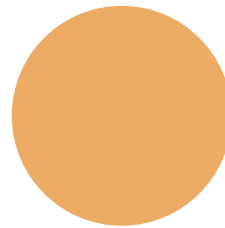
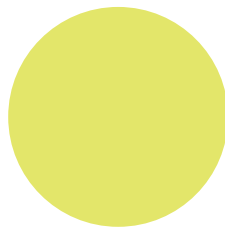
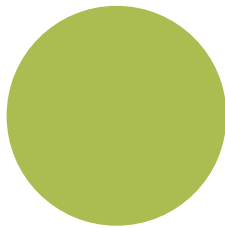
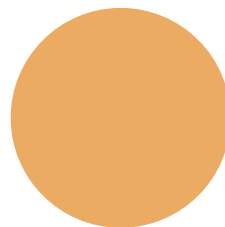
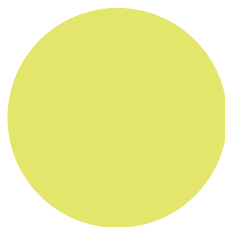
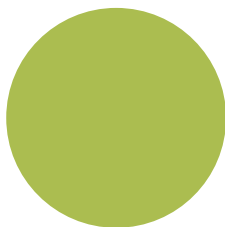
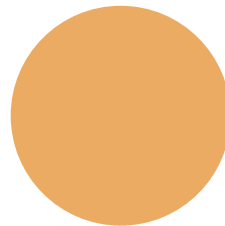
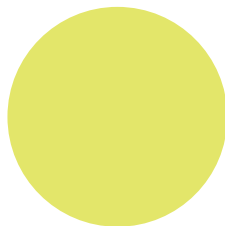
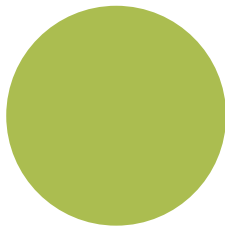
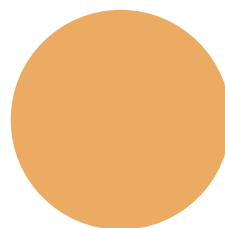
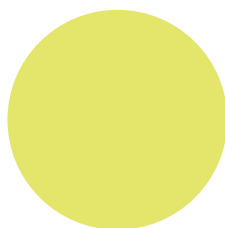
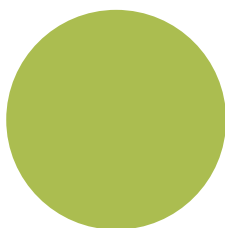


“EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN LA FASE DE
USO DE LA EDIFICACIÓN RESIDENCIAL EN CUENCA.

DISEÑO DE ESTRATEGIAS PARA UN MODELO
DE VIVIENDA EFICIENTE.”

Andrea Estefanía Calle Bustamante / Jessica Mariela Ortiz Fernández



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

Tesis previa a la obtención del título de Arquitecto

Directora:

MSc. Arq. Vanessa Fernanda Guillén Mena.

Cuenca - Ecuador

2016



UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

**“EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN LA FASE DE USO
DE LA EDIFICACIÓN RESIDENCIAL EN CUENCA.
DISEÑO DE ESTRATEGIAS PARA UN MODELO DE
VIVIENDA EFICIENTE.”**

Tesis previa a la obtención del título de Arquitecto

Directora:

MSc. Arq. Vanessa Fernanda Guillén Mena.
CI: 0104436357

Autoras:

Andrea Estefanía Calle Bustamante
CI: 0105216071
Jessica Mariela Ortiz Fernández
CI: 0106853443

Cuenca - Ecuador
2016

RESUMEN

La evaluación energética durante la fase de uso de la edificación residencial en Cuenca permitirá desarrollar estrategias para modelos de vivienda más eficientes, a partir de la reducción de demanda energética para calefacción por medio de la envolvente y el consumo eléctrico para iluminación. Ante esto se cuestiona si es posible plantear un modelo de vivienda en Cuenca, que genere bajo consumo energético sin afectar las condiciones de habitabilidad, puesto que la sociedad actual necesita mantener niveles adecuados de confort dentro de las viviendas. Para ello es necesario conocer primero el estado actual del sector residencial, por lo que se realizan encuestas, monitorizaciones, mediciones y simulaciones en una muestra de viviendas en la ciudad, de esta manera se obtiene información que se puede cuantificar y evaluar.

El análisis de los datos adquiridos nos permite determinar la realidad de la ciudad, respecto al consumo y demanda de energía de las viviendas, a través del comportamiento lumínico y térmico que presentan las mismas. Dicho comportamiento se precisa mediante la percepción de los usuarios y de las mediciones en campo, así como de simulaciones. De la primera se observa que existen porcentajes de discomfort lumínico y térmico, por lo que consecuentemente se tienen consumos innecesarios de energía, puesto que se emplea iluminación artificial en horas de sol y al ser consideradas las viviendas como frías, existe una demanda de calefacción, requiriendo en muchos casos el uso de equipos portátiles de climatización. De las mediciones, se contemplan datos climáticos, los cuales permiten observar el comportamiento de la envolvente ante los cambios de temperatura entre el exterior e interior. Y de las simulaciones, se conoce la demanda de calefacción o refrigeración que la vivienda requiere. Además se evalúa el consumo eléctrico por iluminación artificial, en función del tipo de lámpara que se use y según su eficiencia.

Luego de una evaluación, según criterios tomados de varios métodos de certificación internacionales, se detectan varios problemas, para los cuales se desarrollan estrategias que se aplicarán a una vivienda de la muestra seleccionada, para ser evaluadas, observándose finalmente una reducción notable de la demanda y el consumo energético en la vivienda de estudio, lo cual nos muestra la importancia de la aplicación de estrategias y su validez para el ahorro de energía.

Palabras clave: Eficiencia energética, vivienda unifamiliar, Cuenca, envolvente, iluminación natural, iluminación artificial, métodos de certificación.



ABSTRACT

Energy assessment during the use phase of residential building in Cuenca will allow the development of strategies for more efficient models of housing, from the reduction of energy demand for heating by means of the envelope and the electrical consumption for lighting. On this basis, it is questionable whether it is possible to put forward a model of housing in Cuenca, which generate low energy consumption without affecting the conditions of habitability, since the current society needs to maintain adequate levels of comfort within the housing. For that purpose it is necessary to understand the current state of the residential sector by conducting surveys, monitoring, measurements and simulations in a sample of housing in the city, this way information is obtained for further measurement and evaluation.

From the data analysis we can determine the city's current state regarding the energy consumption and demand, through the lighting and thermal behavior of homes. Such behavior it's specified by user's perception, field measurements and simulations. From the first aspect is noticeable the percentage of light and thermic discomfort, which is causing unnecessary energy consumptions, since artificial lighting is being used during the day; and heating demand through the consideration that houses are being too cold, causing in many cases the use of heating equipment. The measurements examines climatic data, which enables the observation of the envelope's performance though the temperature exchanges between internal and external environments. Lastly, simulations are used to obtain heating and cooling demand. Additionally artificial lighting consumption is analyzed according to the type and efficiency of light devices.

After the evaluation, according with criteria from international certification methods, a number of concerns were identified, for which strategies are developed and applied to a house from the analyzed sample. Such strategies are assessed, showing a substantial reduction in energy consumption and demand, which demonstrates the importance of application and validation of energy-saving strategies.

Keywords: Energy Efficiency, single-family house, Cuenca, envelope, natural lighting, artificial lighting, certification methods.





ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	Resumen
3	Abstract
6	Cláusulas de propiedad intelectual
8	Cláusulas de derechos de autor
11	Agradecimientos
13	Dedicatoria
15	Introducción

1 BASES DE ESTUDIO

16	1.1 Problema de Estudio
18	1.2 Hipótesis
18	1.3 Objetivo general y específicos
19	1.4 Justificación

2 ESTADO DE ARTE

22	2.1 Eficiencia Energética en la Arquitectura
22	2.1.1 Antecedentes
24	2.1.2 Concepto general
26	2.2 Métodos de certificación y evaluación
26	2.2.1 Análisis de métodos de evaluación
29	2.2.2 Análisis de métodos de evaluación enfocados al tema de energía
34	2.2.3 Análisis de la incidencia energética que representa la envolvente e iluminación en el sector residencial
37	2.2.4 Metodologías para la medición y monitorización de datos para viviendas
42	2.3 Normativa Existente
42	2.3.1 Normas Internacionales sobre eficiencia energética aplicables a la vivienda
45	2.3.2 Normas Nacionales sobre eficiencia energética aplicables a la vivienda
48	2.4 Eficiencia Energética en Cuenca
48	2.4.1 Demanda y consumo de energía eléctrica
51	2.4.2 Demanda y consumo de energía no renovable
51	2.4.3 Selección de los aspectos más relevantes para la evaluación energética en viviendas unifamiliares de Cuenca
56	2.5 Análisis del clima de Cuenca. Elementos y factores climáticos
56	2.5.1 Estudio de los factores climáticos de Cuenca
60	2.5.2 Estudio de los elementos climáticos de Cuenca
63	2.6 Conclusiones



3 LEVANTAMIENTO DE UNA MUESTRA DE VIVIENDAS EN CUENCA

66	3.1 Metodología para la evaluación del consumo energético de Cuenca.
67	3.1.1 Encuestas
67	3.1.2 Medición
67	3.1.3 Monitorización
68	3.1.4 Simulaciones
69	3.1.5 Descripción general de las 5 viviendas de estudio
75	3.1.6 Indicadores y Herramientas
77	3.2 Resultados de la Evaluación del consumo energético de Cuenca
77	3.2.1 Muestra de 280 viviendas
84	3.2.2 Muestra de 5 viviendas
92	3.2.3 Discusión de Resultados



4 DESARROLLO DE ESTRATEGIAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA UN MODELO DE VIVIENDA

104	4.1 Estrategias para la optimización y el ahorro de energía enfocado a la envolvente e iluminación
104	4.1.1 Estrategias arquitectónicas para la envolvente
114	4.1.2 Estrategias arquitectónicas para la iluminación
125	4.2 Otras estrategias de reducción del consumo energético de una vivienda
125	4.2.1 Agua Caliente Sanitaria (ACS)
130	4.2.2 Electrodomésticos
131	4.2.3 Espacio de Secado
132	4.3 Aplicación de estrategias a una vivienda seleccionada.
132	4.3.1 Análisis del Micro-clima
136	4.3.2 Aplicación de estrategias de eficiencia energética
162	4.3.3 Validación del proyecto
165	4.4 Conclusiones.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

168	Conclusiones
172	Recomendaciones
174	Bibliografía
186	Anexos



CLÁUSULAS DE PROPIEDAD INTELECTUAL



Universidad de Cuenca
Cláusula de propiedad intelectual

Yo, Andrea Estefanía Calle Bustamante, autora de la tesis **“Evaluación del consumo energético en la fase de uso de la edificación residencial en Cuenca. Diseño de estrategias para un modelo de vivienda eficiente”**, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 07 de Noviembre de 2016

Andrea Estefanía Calle Bustamante
C.I: 0105216071



Yo, Jessica Mariela Ortiz Fernández, autora de la tesis **“Evaluación del consumo energético en la fase de uso de la edificación residencial en Cuenca. Diseño de estrategias para un modelo de vivienda eficiente”**, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 07 de Noviembre de 2016

Jessica Mariela Ortiz Fernández
C.I: 0106853443



CLÁUSULAS DE DERECHOS DE AUTOR



Universidad de Cuenca
Cláusula de propiedad intelectual

Yo, Andrea Estefanía Calle Bustamante, autora de la tesis "**Evaluación del consumo energético en la fase de uso de la edificación residencial en Cuenca. Diseño de estrategias para un modelo de vivienda eficiente**", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de arquitecta. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autora.

Cuenca, 07 de Noviembre de 2016

Andrea Estefanía Calle Bustamante
C.I: 0105216071



Yo, Jessica Mariela Ortiz Fernández, autora de la tesis **“Evaluación del consumo energético en la fase de uso de la edificación residencial en Cuenca. Diseño de estrategias para un modelo de vivienda eficiente”**, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de arquitecta. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autora.

Cuenca, 07 de Noviembre de 2016

Jessica Mariela Ortiz Fernández
C.I: 0106853443



AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al grupo de investigación "Método de Certificación de la Construcción Sustentable de la Vivienda" por habernos acogido y guiado a través de estos meses, por su importante ayuda, carisma y paciencia.

A los inconvenientes que se fueron presentando, agradecemos por habernos hecho el camino agridulce porque mientras más difícil es la lucha, más glorioso es el triunfo.

Queremos agradecer muchísimo al apoyo que nuestra directora, docentes, familiares y amigos nos han brindado, el cariño y la comprensión de todos ustedes para con nosotras. Los apreciamos mucho, sentimos eso no sólo como personas sino como seres humanos. Lo que sentimos se resume en una palabra: mil gracias.





DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo a todos nuestros familiares y amigos, que nos supieron comprender, apoyar y acompañar durante esta larga travesía. También dedicamos a nuestra facultad, pues nos inspiró a tomar una actitud más crítica y responsable con el medio ambiente, pues con cada maqueta realizada, los materiales reciclados no faltaban. A nuestros profesores, algunos que presentaban dificultades a lo largo de la carrera y otros que simplemente nos inspiraron a seguir adelante, entregando su tiempo, respaldo y buen humor.





INTRODUCCIÓN

Este trabajo de tesis forma parte del proyecto de investigación de la DIUC, "Método de Certificación de la Construcción Sustentable de la Vivienda", cuyo alcance es la evaluación del consumo energético en la fase de uso de la vivienda residencial en Cuenca, dentro de un estudio que comprende cuatro etapas. La primera conformada por el estado de arte energético dentro del sector residencial, donde se consideran investigaciones nacionales e internacionales orientadas a la eficiencia energética en la vivienda.

La segunda nos permite conocer el estado actual de nuestra ciudad respecto al consumo energético a partir del levantamiento de información de una muestra de viviendas y el análisis de resultados. Se presta especial atención a esta etapa pues comprende la recolección de datos a través de encuestas, fichas de medición, simulaciones y monitorización, cuyos resultados se mostrarán en los anexos de este trabajo.

Las estrategias forman parte de una tercera etapa, donde los resultados obtenidos del levantamiento, seguido de la evaluación de criterios tomados de certificaciones internacionales y normativa nacional, permitirán plantear técnicas para la mejora energética en el caso de estudio.

La etapa final, será la validación de las estrategias enfocadas en la envolvente e iluminación, aplicadas a una vivienda seleccionada, con el fin de reducir el consumo y demanda energética de la misma.



BASES DE ESTUDIO

1

- 1.1 Problema de Estudio
- 1.2 Marco Teórico
- 1.3 Hipótesis
- 1.4 Objetivo General y específicos
- 1.5 Justificación

1.1 Problema de Estudio

La creciente preocupación por la conservación del medio ambiente y, en particular por el cambio climático, ha hecho necesaria la búsqueda de soluciones capaces de corregir los efectos causados a nivel mundial. Además con los acontecimientos derivados de la alarma sobre el fin de la era petrolera y el alza del precio del crudo, se volvió a dar importancia al fomento del ahorro y la eficiencia energética en todos los sectores. De esta manera, lograr un mejor uso de la energía; procurando el empleo de menos insumos para el mismo producto, e incentivando modificaciones tecnológicas, se ha convertido en una tarea indispensable. ^[1]

- [1] Guzmán, O., *Eficiencia energética. Un panorama regional*. Nueva Sociedad, 2009.

La sociedad actual necesita para su habitabilidad, mantener un nivel de confort adecuado dentro de sus viviendas, lo que en muchos casos implica un alto consumo energético, este depende primordialmente del usuario y la demanda de equipos mecánicos necesarios para alcanzar dicho confort. Es así, que se ha producido una mayor concientización, tanto de los ciudadanos como de los proyectistas, para reducir el consumo energético y de esta manera contribuir a minimizar diferentes problemas medioambientales, como el cambio climático y la escasez de recursos. ^[2]

- [2] Rey, F., Velasco, E., *Eficiencia Energética en edificios: certificación y auditorías energéticas*, ed. T.E. Spain. 2006, Madrid, España: Paraninfo, S.A.

En este campo, en muchos países se han realizado varias investigaciones que buscan la eficiencia energética de las edificaciones; estas han contribuido con la generación de normativas e incentivan el uso eficiente de la energía. Así también aparecen sistemas de evaluación que inquieran la optimización energética, las cuales establecen metodologías y herramientas actualizadas y homologables internacionalmente para diferentes aspectos de la edificación y en sus diversas fases dentro del ciclo de vida, lo que nos permite medir el rendimiento general de esta y la evaluación de su sostenibilidad. ^[3]

- [3] VERDE_NE, *Guía para los Evaluadores Acreditados*, en GEA VERDE_NE, *Residencial y Oficinas V* I.a. 2012, Green Building Council - España: España, p. 398.

Según el Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables (INER), nuestro país "...no ha tenido una práctica habitual de incorporar criterios de eficiencia energética o el uso de programas de simulación de comportamiento energético en la etapa de diseño previa a la construcción." ^[4] Aunque muestra un avance e interés en ello a través de la inclusión del capítulo sobre eficiencia energética en la Norma Ecuatoriana de la Construcción en el año 2011, la Norma técnica Ecuatoriana INEN 2 506: 2009 sobre eficiencia energética en edificaciones y otras normas en artefactos de uso doméstico. La poca información especialmente de datos climáticos, así como la falta de control y monitorización de las edificaciones en su desempeño, son limitantes para determinar la calidad y el consumo energético de las mismas.

- [4] Renovables, I.N.d.E.y.E., *Eficiencia Energética en Edificaciones*, INER, Editor. 2014: Quito, Ecuador.

En la ciudad de Cuenca, el continuo crecimiento del sector residencial incrementa la demanda de energía por ser un gran consumidor de materia prima, además de liberar grandes cantidades de desechos y emisiones, la mayor parte de estos dentro de la fase de uso debido a que es el período más extenso de vida útil de las edificaciones.

Según datos del INEC (2012), de las 5 ciudades principales del Ecuador, Cuenca se presenta como la ciudad con mayor gasto mensual de energía por hogar, con un valor de 25.64\$, mientras que el promedio de gasto mensual en el país es de 15.8\$; además es la tercera con mayor consumo energético (151.09kW/h), luego de Guayaquil y Machala.

Por otra parte, debido a tendencias de diseño se percibe que muchas viviendas están realizando gastos innecesarios de energía. ^[5, 6] Así es el caso del uso de iluminación artificial, que según una investigación sobre usos finales de energía eléctrica, se logra determinar en Cuenca picos de uso entre las 6H00 a 8H00 y a las 14H00 ^[7] por lo que se observa, períodos en los que se podría captar iluminación natural y dispensar del uso de energía eléctrica.

En el tema de calefacción, existe actualmente una demanda que se estima aumentará en el futuro, debido a los nuevos estilos de diseño en la envolvente de la edificación, que se caracterizan por mayores superficies vidriadas, lo que causa un aumento en la variación de la temperatura interior y un potencial sobrecalentamiento durante el día, mientras que en las noches provoca frío. ^[6]

Con todo lo mencionado se continúa perjudicando al medio ambiente por consumos energéticos innecesarios y emisiones de carbono originarias de los procesos del ciclo de vida de las edificaciones, que además contribuyen a afectar la calidad de vida de los usuarios.

[5] Arena, A., Rosa, C., *Un instrumento para el análisis y evaluación ambiental de productos y tecnologías. El análisis de ciclo de vida. III, Aplicación: Aislantes térmicos en muros de escuelas Rurales en regiones áridas andinas*. Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda.

[6] Evans, J., Schiller, S., *Promoción de Eficiencia Energética y Uso de Energía Solar en Vivienda del Ecuador*. Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables, 2013: p. 8.

[7] Martínez, P., *Usos finales de energía eléctrica y GLP en el Cantón Cuenca. Escenarios al año 2015*, en Facultad de Ciencias Químicas. 2010, Universidad de Cuenca: Cuenca, Ecuador. p. 139.

1.2 Hipótesis

Es posible plantear un modelo de vivienda para la ciudad de Cuenca que genere bajo consumo energético, con la posibilidad de producir su propia energía y sin afectar las condiciones de habitabilidad. Enmarcados en una búsqueda por conseguir calidad en la edificación residencial y sobretodo del desempeño que posee dentro del concepto de la sustentabilidad, pues influye en la calidad de vida de las personas.

1.3 Objetivo general y específicos

Desarrollar estrategias para un modelo de vivienda eficiente, obtenido mediante la reducción de consumo de energía a partir de consideraciones arquitectónicas en la envolvente e iluminación.

Objetivos Específicos

- Analizar normas y métodos de certificación enfocados a la eficiencia energética aplicados a la vivienda desde una perspectiva internacional y nacional.
- Evaluar el consumo de energía durante la fase de uso en una muestra de viviendas de la ciudad.
- Desarrollar estrategias de reducción de demanda y consumo energético, enfatizadas en el tratamiento de envolventes e iluminación natural.
- Validación de estrategias de eficiencia energética mediante su aplicación en una vivienda en Cuenca.



1.4 Justificación

Por las razones expuestas en el problema de estudio, el campo de la construcción sigue afectando al medio ambiente por su alto consumo energético y emisiones de carbono, teniendo que para el sector de la vivienda se necesita el 40% del total de energía producida por un país, calculándose que entre el 7% y 9% del total de emisiones globales de CO₂ proviene de las viviendas con 1300 kg/CO₂/año/vivienda aproximadamente^[8], estas emisiones se originan en los procesos del ciclo de vida de las edificaciones, especialmente durante la fase de uso, pues una vez finalizada la construcción de la vivienda es cuando empiezan los impactos que aunque sean menos notorios, son los más fuertes por ser un periodo de larga duración. Todo esto incrementando la afectación a la calidad de vida y salud, además que en nuestro contexto la falta de reglamentos o métodos de evaluación a los cuales se puedan sujetar las nuevas construcciones, impiden garantizar edificaciones con mejores condiciones de habitabilidad.

[8] Garzón, B., *Arquitectura sostenible: Bases, soportes y casos demostrativos*. 2012, Bogotá, Colombia.

En Cuenca predominan las viviendas unifamiliares con un 76% de edificaciones según el Censo de Población y Vivienda (INEC 2010), por ende una evaluación previa del consumo de energía durante la fase de uso en esta tipología, conducirá a identificar las áreas que requieren mayor atención dentro del sector residencial. Se hace énfasis en el tema energético pues la energía está presente en todos los procesos constructivos y de manera especial en la fase mencionada, ya que esta sigue generando demanda de servicios ambientales, consumiendo energía y produciendo CO₂ durante toda su vida útil. Además dicha evaluación permitirá identificar las estrategias en los temas de envolvente e iluminación, que al ser aplicadas a uno de los casos de estudio permitirá generar un modelo de vivienda eficiente. Este último conseguido a partir de la reducción del consumo de energía, con base en criterios de diferentes métodos de evaluación energética y normativa nacional.

ESTADO DE ARTE

2

2.1 Eficiencia Energética en la Arquitectura

- 2.1.1 Antecedentes
- 2.1.2 Concepto General

2.2 Métodos de Certificación y Evaluación

- 2.2.1 Análisis de Métodos de Evaluación
- 2.2.2 Análisis de Métodos de Evaluación enfocados al tema de energía
- 2.2.3 Análisis de la incidencia energética que representa la envolvente e iluminación natural
- 2.2.4 Metodologías para la medición y monitorización de datos para viviendas

2.3 Normativa Existente

- 2.3.1 Normas Internacionales sobre eficiencia energética aplicables a la vivienda
- 2.3.2 Normas Nacionales sobre eficiencia energética aplicables a la vivienda

2.4 Eficiencia Energética en Cuenca

- 2.4.1 Demanda y Consumo de energía eléctrica
- 2.4.2 Demanda y Consumo de energía no renovable
- 2.4.3 Selección de los aspectos más relevantes para la evaluación energética en viviendas unifamiliares de Cuenca

2.5 Análisis del Clima de Cuenca

- 2.5.1 Estudio de los factores climáticos de Cuenca
- 2.5.2 Estudio de los elementos climáticos de Cuenca

2.6 Conclusiones

2.1 Eficiencia Energética en la Arquitectura

2.1.1 Antecedentes

Los temas relacionados con la Eficiencia Energética (EE) volvieron a tomar importancia a partir de varios acontecimientos que acrecentaron la preocupación por la conservación del medio ambiente y en particular por el cambio climático; un supuesto agotamiento del petróleo y el alza de su precio, la observación de un aumento de las emisiones de CO₂ ocasionado por el propio ser humano, son algunos de ellos. Estos sucesos sugieren la necesidad de transformar los lineamientos energéticos establecidos, haciendo imprescindible la búsqueda de alternativas para un mejor uso de la energía. ^[2]

Como consecuencia de esta creciente preocupación, varios países principalmente de la Unión Europea se comprometieron a seguir un plan para conseguir los objetivos que se trazaron en el protocolo de Kyoto de la "Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático" (CMNUCC) de 1997, en donde el fomento del ahorro y la eficiencia energética en todos los sectores fue una de las medidas propuestas. Por ello la Comisión Europea puso en marcha el Plan de Acción para la Eficiencia Energética (COM2006 545) cuyo objetivo pretendía reducir el consumo energético en un 20% anual hasta 2020, dotando a Europa de sistemas de energía más eficientes a nivel mundial. Lo cual representaría un ejemplo para que otros países también se vinculen a compromisos similares. ^[9]

[9] Europeas, C.d.l.c., Plan de acción para la eficiencia energética: realizar el potencial, en COM(2006)545 final, 2006, Comisión de las comunidades Europeas.

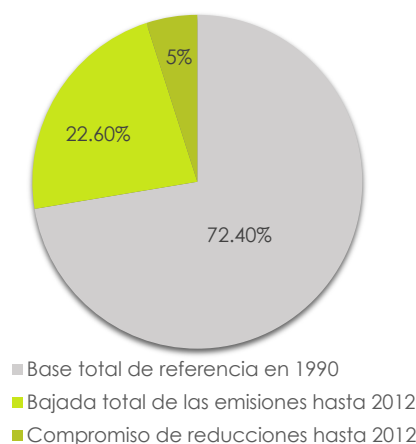
Más tarde en la primera conferencia internacional celebrada en Austria sobre eficiencia energética (1998), las entidades mundiales debatieron sobre la crisis energética y plantearon su uso eficiente como una medida de acción. En ella se proyecta la eficiencia energética como una medida política para detener el cambio climático, la cual representaría sociedades más sostenibles, y permite obtener los mismos bienes y servicios energéticos empleando menos recursos, sin implicar sacrificios en la calidad de vida. ^[10]

[10] Espinoza, P., INER celebra sus tres años al servicio del país en el marco de la conmemoración del Día Mundial de la Eficiencia Energética. INER: www.iner.gob.ec/2015/03/.

El protocolo de Kyoto, en vigor desde 2005, fue un acuerdo internacional en donde se comprometieron países industrializados y la comunidad europea a liderar la acción climática a través de la reducción de sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), en donde en su primer período hasta 2012 se obtuvieron reducciones del 22.6% respecto a una base de 1990, siendo un logro notable comparado a la reducción promedio de 5% planteada en un inicio (graf. 2.1). De esta manera se observa que la presencia de este y diversos protocolos han ayudado a disminuir considerablemente la contaminación ambiental y a poner en marcha nuevas iniciativas. Por ello se siguen implementando

compromisos con miras al 2020, como el segundo período de Kyoto y el denominado “20-20-20” por la Unión Europea, el cual consiste en reducir el 20% de GEI basados en los niveles tomados en 1990, aumentar el consumo de energía renovable en un 20% y mejorar la eficiencia energética a un 20%.^[11, 12]

Gráfico 2.1 Emisiones de GEI de las partes del Anexo B del Protocolo de Kyoto.



Fuente: www.newsroom.unfccc.int
Elaboración: Grupo de Tesis.

En el sector de la construcción, el Consejo Mundial de Construcción Verde (World Green Building Council, World GBC), entidad fundada en 1998, presenta como uno de sus objetivos generales la creación de consejos nacionales para la edificación sostenible y a través de esta, conformar un mercado global para los edificios verdes. Este tipo de acciones ha generado un movimiento que ha tomado fuerza en el mundo y se aspira que en los próximos años, más de 100 países puedan ser miembros del consejo.^[13]

En este sentido, el sector residencial es punto importante para el planteamiento de criterios sobre eficiencia energética, ya que es uno de los principales consumidores de energía, ocupando el tercer lugar a nivel mundial y el segundo después de transporte en Latinoamérica y el Caribe según datos de la Olade^[14], y la OECD (graf 2.2-2.3). Por ello se han elaborado normativas y han surgido metodologías de cálculo que permiten medir la eficiencia energética de los edificios, estableciendo parámetros mínimos necesarios, concientizando sobre el uso de la energía, a través de consideraciones como el mejoramiento de los procesos constructivos, el reciclaje de materiales, el uso de productos menos contaminantes, un consumo inteligente durante la fase de uso de la edificación y la posibilidad de generar su propia energía.

De esta manera para garantizar la sostenibilidad del proyecto arquitectónico, diferentes países miembros del World GBC, poseen sistemas de etiquetado y calificación del desempeño ambiental de las edificaciones, entre estos se encuentra LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) perteneciente al consejo Norteamericano, CASBEE (Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency) del consejo japonés, BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) de Gran Bretaña, VERDE del consejo español entre otros. Algunos países que no son miembros del World GBC, tienen sus propios sistemas, como es el caso de Finlandia con el método Pimwag, la Etiqueta de Eficiencia Ambiental de la Unión Europea o HQE Qualitel (Haute Qualité Environnementale) de Francia.^[13]

[11] Nuttall, N., 10º aniversario del Protocolo de Kyoto. , en *Oportuno recordatorio de que los acuerdos climáticos funcionan*, CMNUCC, Editor, 2015; www.newroom.unfccc.int.

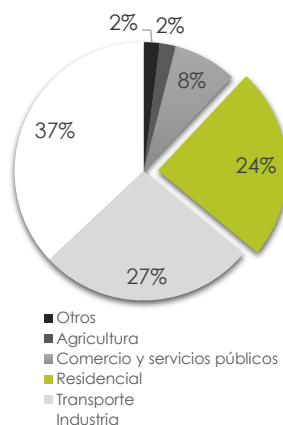
[12] Commission, E. *The 2020 climate and energy package*. 2015 [citado el 11 de junio de 2015]; Disponible desde: http://ec.europa.eu/clima/policies/package/index_en.htm.

[13] Leal, G., *El Papel de la arquitectura bioclimática y sostenible en la producción de vivienda como bien de consumo*, en *Arquitectura Sostenible: Bases, soportes y casos demostrativos*. 2012: Bogotá, Colombia.

[14] Ferreira, C., *El transporte en el balance energético de los países miembros de OLADE*, O.L.d. Energía, Editor. 2010: Quito, Ecuador.

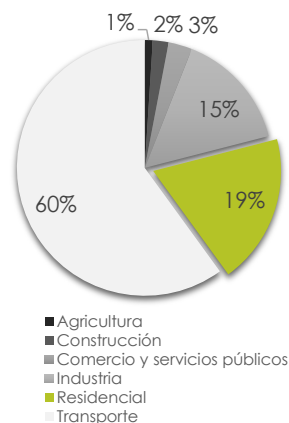


Gráfico 2.2. Consumo total final por sector a nivel mundial, 2010.



Fuente: Energy Balance of Non-OECD Countries (2012 edition), AIE.
Elaboración: Grupo de Tesis.

Gráfico 2.3 Consumo Sectorial de América Latina y el Caribe (ALC), 2010.



Fuente: SIEE – OLADE.
Elaboración: Grupo de Tesis.

2.1.2 Concepto general

La palabra eficiencia tiene su origen del término latino *efficientia* y se refiere a la habilidad de contar con algo o alguien para obtener un resultado. Cuando hablamos de Eficiencia Energética (EE), a pesar de ser un término complejo de definir, podemos decir que es “usar menos energía para proveer el mismo servicio”, así lo define el Laboratorio Nacional de EE.UU. Lawrence Berkeley; que coincide con el de la International Energy Agency (IEA), ser eficientes es, que con la misma cantidad de energía se pueda ofrecer un mayor número de servicios, o que, con una menor cantidad de esta no se disminuya el número existente de los servicios. De igual manera la AChEE (Agencia Chilena de Eficiencia Energética), refiere el término al conjunto de actividades que concurren a una relación óptima entre consumo y producto, es decir entre la cantidad de energía usada y los productos y servicios finales que se consiguen, por lo tanto, ser eficientes con el uso de la energía es “hacer más con menos”.

Algo similar pronuncian instituciones ecuatorianas como el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER): “La EE es realizar un aprovechamiento óptimo de la energía y ello no implica renunciar a la calidad de vida sino obtener los mismos bienes, servicios y realizar las mismas actividades sin desperdiciarla.”^[15] Así también, el Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables (INER), define: “La EE consiste en el ahorro y uso inteligente de la energía sin pérdidas ni desperdicios, utilizando la mínima energía y manteniendo la calidad de bienes y servicios, para conservar el confort”.

[15] Renovable, M.d.E.y.E. Dirección de Eficiencia Energética, 2015 [citado el 26 de junio de 2015]; Disponible desde: <http://www.energia.gob.ec/direccion-de-eficiencia-energetica/>.

En el campo de la arquitectura, la edificación sostenible se ha desarrollado desde los años 70 con especial énfasis en la conservación de energía y eficiencia energética. En los años 80, la preocupación crece acerca del impacto que se produce por la edificación y la fabricación de los materiales de construcción sobre el medioambiente natural. Además se suman los problemas de la baja calidad del ambiente interior y una inadecuada ventilación en edificios herméticos, lo que se conoce como el síndrome del edificio enfermo, que constituye una preocupación creciente entre los ciudadanos y proyectistas.^[3]

Entonces empiezan a aparecer nuevos conceptos en torno a este tema, con la finalidad de reducir los consumos energéticos, así en 1975 se dan a conocer definiciones como: "green house", "zero energy house", en 1980 "low energy house" y en 1990 "passive house".^[16] También internacionalmente, se plantean propuestas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), se promueve el empleo de energías renovables y la reducción del consumo de energía primaria, a través de varios compromisos como el del Protocolo de Kyoto (1997) o el mandato 20/20/20 de la unión Europea.

[16] Guillén, V., Quesada, F., López, M., Orellana, D., Serrano, A., *Eficiencia energética en edificaciones residenciales*, en ESTOA. 2014: Cuenca.

En este sentido, se observa en varios países nuevas políticas enfocadas a reducir el consumo de energía, por lo que sus normativas se vuelven más rigurosas. Cada país empieza a desarrollar sus propias normas de eficiencia energética, las cuales responden al escenario de cada uno. Estas normas toman como referencia estándares internacionales y su objetivo es plantear requisitos mínimos para asegurar la eficiencia de las construcciones. Una muestra de esto, es el Código Internacional de Conservación de Energía (IECC), que surgió en Estados Unidos, el cual toma como referencia otros estándares internacionales (ANSI, ASHRAE, ISO, entre otros); el código plantea regulaciones dirigidas a mejorar la eficiencia de la edificación principalmente en la envolvente, sistemas de climatización, iluminación, agua caliente sanitaria (ACS) y energía usada en electrodomésticos, además se presenta como un modelo base que puede ser aplicado en otros países, para los cuales se deben tomar consideraciones adicionales.^[16]

Además de normativas, surgen también métodos de evaluación sustentables, los cuales son consecuentes a la necesidad de medir el desempeño de las edificaciones durante todo su ciclo de vida, dicho desempeño abarca múltiples aspectos como la calidad del ambiente interior, innovación y diseño, sitio, materiales y recursos, etc. También se debe mencionar que los métodos de evaluación deben ajustarse a los parámetros geográficos, culturales, económicos y sociales de cada país ya que de lo contrario no reflejarían la realidad de una región.^[17]

[17] Quesada, F., *Métodos de evaluación sostenible de la vivienda: Análisis comparativo de cinco métodos internacionales* Revista Hábitat Sustentable, 2014. 4(N1): p. 56-57.

De los métodos de evaluación, uno de los temas más puntuados es el correspondiente a energía^[16], por lo que se denota la importancia del mismo. De esta manera, la eficiencia energética en la arquitectura se presenta como la medida que ayudaría a contrarrestar la demanda existente de energía, mediante el empleo de estrategias en el diseño arquitectónico, las mismas que deben reducir la cantidad de energía requerida, a través de su uso inteligente, sin afectar la calidad de los servicios de los usuarios, referidos al confort en sus diferentes áreas.

2.2 Métodos de certificación y evaluación

2.2.1 Análisis de métodos de evaluación

"Los métodos de evaluación sirven como instrumentos que proporcionan indicadores cuantitativos del desempeño y como herramientas de calificación para determinar el nivel de rendimiento de un edificio."^[17]

La certificación que se alcanza con los métodos de evaluación, constituye un incentivo para la implementación de prácticas sustentables en el sector constructivo; debido a la alta credibilidad de la institución que otorga este reconocimiento. Para ello se cuantifica el valor de inversión realizado en la sustentabilidad ecológica y económica del proyecto.

[18] ICLEI. *Instrumentos de Clasificación y Certificación de Edificios*. 2011 [citado el 31 de marzo de 2016]; Disponible desde: www.iclei.org/lacs/portugues.

Actualmente existen pocos países con sistemas de evaluación y certificación propia, que son utilizados a nivel mundial, sin embargo lo preferente es emplear métodos locales de evaluación, ya que estos se basan en la legislación y normativa nacional, además que toman en consideración el contexto climático y geográfico.^[18]

Aunque las medidas legislativas manejadas por políticas sustentables juegan un papel importante, los sistemas de evaluación y certificación han sido introducidos por entidades no gubernamentales, concentrándose en el uso de energía, confort interno y efectos ambientales generales, en orden para evaluar el impacto de estos problemas en la salud humana y el medio ambiente.

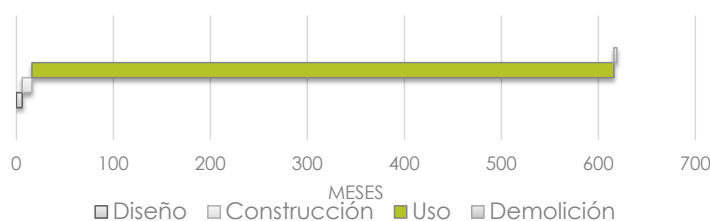
[19] CASBEE, C.d.I.d., *Manual Técnico de CASBEE para Nuevas Construcciones*. 2010 ed. Japan Sustainable Building Consortium, ed. JSBC. Vol. 1. 2011, Tokyo, Japón. 309.

Distintas regulaciones y sistemas de certificación energéticos, son utilizados en diversos países para controlar y evaluar la eficiencia energética y el consumo de la misma especialmente en la etapa constructiva y el funcionamiento de la edificación. Existen algunos métodos de evaluación del desempeño ambiental de las edificaciones que han ganado interés a nivel mundial generadas en orden para promover y mejorar una sociedad baja en carbono, entre ellas se tiene: BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) en el Reino Unido, LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) en Estados Unidos y el modelo internacional GBTool (Green Building Tool).^[19]

En la presente investigación se analizan cinco métodos de evaluación: LEED, BREEAM, VERDE, QUALITEL y CASBEE, dirigidos a la vivienda, debido a que existen también metodologías dirigidas a cada tipología edificatoria (edificios comerciales, escuelas, etc.) Se escogieron estos, tomando como referencia el estudio "Método de evaluación sostenible de la vivienda: Análisis comparativo de cinco métodos internacionales" cuyo autor realiza la selección de los mismos, basado en varios aspectos como, la inclusión y la representatividad, además de que posean técnicas y herramientas avanzadas de evaluación que hayan sido empleadas como base para el desarrollo de nuevos métodos.^[17]

En la mayoría de métodos de evaluación analizados, se observa que predominan las categorías: “Materiales y Recursos”, “Calidad del Ambiente Interior” y “Energía y Atmósfera” (Tabla 2.1), de las cuales esta última es importante para nuestra investigación debido a que la energía se encuentra presente durante la mayor parte del ciclo de vida de la edificación (graf 2.4). Todas las fases de este ciclo están compuestas por elementos con diferentes constantes de tiempo, como es la luz (nanosegundo), el sonido (segundo), la temperatura (horas), la energía (día), la operación o funcionamiento (semana), mantenimiento (año), etc., dichos elementos además forman parte de escalas de tiempo más extensas como son las fases de diseño, construcción, uso (50 años) y demolición, (graf 2.5).^[20-22]

Gráfico 2.4 Fases durante el Ciclo de vida de la Edificación, 2014.



Fuente: Lifetime Environmental Impact of Buildings.
Elaboración: Grupo de Tesis.

Gráfico 2.5 Modelo Convencional del ciclo de vida de la edificación, 1998.



Fuente: Sustainable Architecture Module: Introduction to Sustainable Design.
Elaboración: Grupo de Tesis.

En los siguientes métodos de evaluación: BREEAM (Reino Unido), LEED (EE.UU.), Qualitel (Francia), CASBEE (Japón) y VERDE (España) (Tabla 2.2), el tema energético busca mejorar la EE en todo el edificio al disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en cada etapa del ciclo de vida de la vivienda.^[3, 23-26]

En los métodos de evaluación se abordan distintos niveles para la valoración de las edificaciones, sin embargo para tener un entendimiento más ordenado de estos, se acata la estructura jerárquica que sugiere el autor del artículo “Análisis Comparativo de Cinco Métodos Internacionales”^[17] en el que se proponen cinco niveles (graf. 2.6). El primero abarca el área general de la evaluación (categoría), el segundo nivel se refiere a las propiedades físicas analizadas (requerimientos), las características y valores de desempeño se encuentran en el tercer nivel (criterios), las unidades de medición conforman un cuarto nivel (indicador) y finalmente la calificación del criterio se ubica en el quinto nivel.^[17]

- [20] Kim, J., Rigdon, B., *Sustainable Architecture Module: Introduction to Sustainable Design*, ed. T.U.o.M. College of Architecture and Urban Plannig. Vol. 1. 1998, Michigan, EE.UU.
- [21] Kohler, N., Barth, B., Heitz, S., *Life Cycle Models of Buildings, A new Approach*. CAAD Futures, 1997.
- [22] Méquignon, M., Ait, Hassan., *The Construction Industry and Lifespan, en Lifetime Environmental Impact of Buildings*, Springer, Editor. 2014, SpringerBirefs en Applied Sciences and Technology: France.

- [23] Global, B., *Manual BREEAM ES Vivienda*. 2011, Building Research Establishment: Reino Unido.
- [24] Council, U.S.G.B., *LEED v4, Home: Design and Construction*. 2013.
- [25] CERQUAL, *Qualitel: Habitat & Environment. Qualitel et Habitat & Environment* 2012.
- [26] Council, J.S.B.C.J.G., *Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency (CASBEE) for Home (Detached House) - Technical Manual 2007 Edition*. 2008, Institute for Building Environment and Energy Conservation Tokyo, Japon.



Tabla 2.1 Métodos de Certificación con sus respectivas categorías.

CATEGORÍAS	MÉTODOS DE CERTIFICACIÓN				
	LEED	BREEAM	CASBEE	VERDE	Qualitel
1) Localización y Transporte	●	●			
2) Parcelas Sostenibles	●	●		●	
3) Eficiencia en Agua	●	●			●
4) Energía y Atmósfera	●	●	●	●	●
5) Materiales y Recursos	●	●	●	●	●
6) Calidad Ambiental Interior	●		●	●	
7) Innovación	●				
8) Prioridad Regional	●				
9) Contaminación		●			
10) Gestión		●			●
11) Obra Limpia					●
12) Salud y Bienestar		●	●		●
13) Residuos		●			
14) Calidad del Servicio			●		
15) Aspectos Sociales y Económicos				●	
16) Ambiente exterior en el sitio			●		
17) Acciones verdes					●

Fuente: Métodos de Evaluación.
Elaboración: Grupo de Tesis

Gráfico 2.6 Jerarquía del sistema de evaluación y certificación



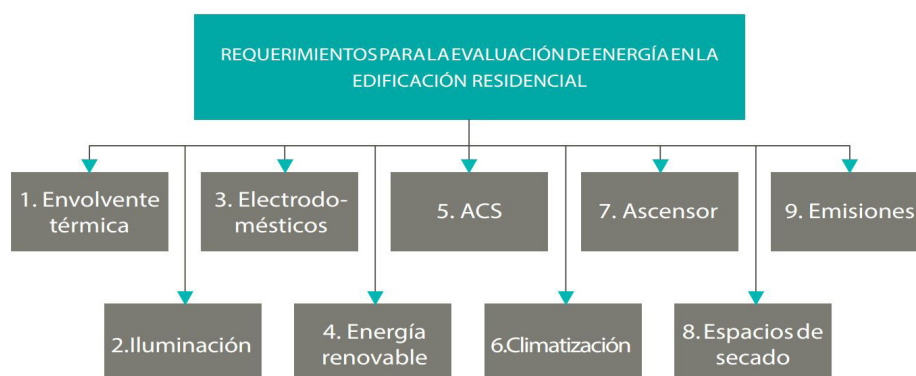
Fuente: Métodos de Evaluación
Elaboración: Grupo de Tesis.

Sin embargo, para el presente estudio se analiza los 4 primeros niveles, de manera que se pueda evaluar el cumplimiento de los indicadores, pero sin llegar al nivel de puntuación, pues no corresponden a los alcances de esta investigación.

2.2.2 Análisis de métodos de evaluación enfocados al tema de energía

En el gráfico 2.7 se expone una propuesta de los requerimientos que se deberán considerar para la evaluación del consumo energético de la edificación residencial, tomada del artículo “Eficiencia energética en edificaciones residenciales”^[16]. Esta propuesta surge a partir del análisis de la categoría energía de 5 métodos de evaluación (LEED, BREEAM, Verde, CASBEE y Qualitel), de la revisión de estándares internacionales e investigaciones sobre eficiencia energética en la edificación. En el gráfico se plantea 9 requerimientos para la evaluación de edificaciones residenciales, siendo estos: envolvente térmica, iluminación, electrodomésticos, energías renovables, agua caliente sanitaria, equipos de climatización, ascensores, espacios de secado y emisiones.

Gráfico 2.7 Propuesta de requerimientos para la evaluación del consumo energético de la edificación residencial.



Fuente: Guillén, V., Quesada, F., López, M., Orellana, D., Serrano, A., Eficiencia energética en edificaciones residenciales (2014)^[16].

Entonces se realiza un estudio de los requerimientos anteriormente expuestos, en los 5 métodos de evaluación, para determinar en qué consiste cada uno de ellos y cuáles son los indicadores que se consideran. Del estudio se elabora la tabla 2.2, donde se describe, para cada uno de los 9 requerimientos antes mencionados, sus respectivos criterios de evaluación, y a su vez, para cada criterio, sus correspondientes indicadores (siguiendo la estructura jerárquica que se acata para la investigación). Se especifica en la tabla los indicadores que se consideran por método de certificación, así como algunas de las exigencias que establecen para su evaluación. Así se describe lo siguiente:

Envolventes, considera los criterios de aislamiento de materiales, infiltración de aire y diseño pasivo, de los cuales, aislamiento de materiales, se presenta en todos los métodos, infiltración de aire en la mayoría y el diseño pasivo solamente en dos. Este último, no se evalúa en todos los métodos, debido a que se lo consideran como prerequisite, es decir, se debe cumplir con este criterio previamente a la evaluación. Su evaluación se enfoca en minimizar la transferencia de calor y puentes

térmicos, además del consumo energético causado por fugas de aire no controladas. Además mide la capacidad térmica de los cerramientos para mantener en confort los espacios interiores. Los indicadores para evaluar estos parámetros y a la vez reducir el consumo energético son:

- Transmitancia térmica (Factor U)
- Coeficiente de ganancia de calor solar (SHGC)
- Tasa de infiltración de aire (m³/min por m²)
- Orientación y emplazamiento (factor forma, orientación según zonas climáticas, efectos de elementos de sombra)
- Ganancia solar (porcentaje de ventanas en relación con la fachada).

Iluminación, comprende criterios para la iluminación artificial y natural, sin embargo en los métodos se observa que, dentro de la categoría energía, se considera mayormente la de tipo artificial, ya que lo que se evalúa es el consumo. El criterio de iluminación natural algunos métodos lo consideran en otras categorías como ambiente interior.

Lo que se plantea en este requerimiento, es maximizar el rendimiento energético de las ventanas y fomentar la instalación de luminarias energéticamente eficientes. Los indicadores considerados son:

- Presencia de sensores de luz natural o algún otro tipo de sistema de control lumínico.
- Iluminación natural de baños
- Luminarias de bajo consumo, comprobando los valores de eficacia luminosa (lm/W), índices de reproducción cromática (IRC) y calificación energética.
- Valor de Eficiencia Energética de la instalación lumínica (VEEI)
- Consumo de electricidad por iluminación

Electrodomésticos, el criterio que se evalúa hace referencia al etiquetado de eficiencia energética en los equipos, y lo consideran la mayoría de métodos a excepción de Qualitel.

El indicador consiste en la calificación energética que tenga el equipo. Etiqueta de eficiencia energética (A+) o sello Energy Star de los electrodomésticos de mayor consumo (Refrigeradora, lavadora, secadora, lavavajillas)

Uso de energías renovables, comprende el criterio tecnologías bajas en carbono, que se refiere al empleo de energías diferentes a la convencional, como las solares, hidráulicas, eólicas, o biomasa y es un criterio que se considera en todos los métodos de evaluación.

Mediante este, se fomenta la generación de energía que satisfaga significativamente parte de la demanda energética y permita cuantificar el ahorro total de emisiones de carbono. Su indicador es:

- Porcentaje de reducción obtenido por energías renovables con relación al porcentaje de consumo total.

Agua Caliente Sanitaria (ACS), los criterios dentro de esta categoría consisten en el empleo de tecnologías bajas en carbono para el calentamiento del agua y en la eficiencia del diseño del sistema, los cuales son evaluados en casi todos los métodos. Sus indicadores consisten en:

- Eficiencia de los equipos (verificación de la eficiencia térmica del equipo y con bajas emisiones).
- Rendimiento del sistema (Longitud y aislamiento de tubería)
- Contribución mínima anual de energía renovable
-

Equipos de climatización, en este aspecto se determina el nivel de consumo de energía convencional de los equipos para calefacción, refrigeración, ventilación, etc. en hogares. Sus criterios de evaluación son: equipos de bajo consumo energético y el diseño e instalación eficiente de los sistemas, los cuales se evalúan en tres métodos. Sus indicadores son:

- Eficiencia del sistema y calificación energética del equipo.

Ascensor, es un requerimiento para edificios y básicamente lo que valora, es la presencia de ascensores de menor consumo que estén certificados energéticamente. La evaluación de este criterio es considerado en dos métodos. Su indicador es:

- **Eficiencia del ascensor** (iluminación de la cabina, tornillo hidráulico, motor de la cabina, sistema de control del ascensor, etc.)

Espacio de secado, el criterio que comprende es considerado solamente en un método de evaluación, y lo que se busca es proporcionar a la vivienda un medio para secar la ropa con bajo consumo de energía. Su indicador:

- El espacio de secado se evalúa por su eficiencia debiendo cumplir las dimensiones mínimas en: ancho, altura y total de metraje de tendal. Además de comprobar que sea un espacio con ventilación natural y se encuentre protegido de vistas desde el exterior de la vivienda.

Tasas de emisión, los criterios que se determinan se enfocan en minimizar las emisiones que puede producir una vivienda. En un método se considera el CO₂ (Dióxido de carbono); y en otro, el NO_x (óxidos de nitrógeno).

- La finalidad de este requerimiento es comprobar la reducción de emisiones de CO₂ asociadas al consumo operativo de energía, para esto se prestan programas de modelado virtual que ayudan a comprobar los cálculos de emisiones de CO₂ dando índices porcentuales de eficiencia energética.

- Porcentaje de rangos de emisiones de CO_2 con respecto a valores referenciales. Se consideran tres etapas del ciclo de vida (construcción, fase de uso, demolición).
- Se establece un valor mínimo de emisiones de NO_x (gas producto de la combustión en calderas o calefones).

Tabla 2.2 Requerimientos, criterios e indicadores considerados en métodos de certificación para la evaluación del consumo energético de la edificación residencial.

REQUERIMIENTOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	MÉTODOS				INDICADORES				CASBEE for Home	VERDE NE Vivienda Unifamiliar versión 2015
		Qualitel	Habitat & Environnement Milésime 2012	LEED Homes v4	BREEM ES Vivienda 2011 V3						
ENVOLVENTE	Propiedades de materiales	•	Conductividad térmica de los materiales, coeficientes de transferencia de superficie (U), Inercia, resistencia al calor (R) de paredes opacas o paredes opacas de los componentes se definen en las normas Th-U.	Porcentaje de mejora basado en los requisitos de las normas para el valor R, (%).	Porcentaje de mejora hasta 20% en obra nueva y 10% en rehabilitación, sobre las exigencias del programa de MNC de la demanda energética de calefacción y refrigeración.	Coeficiente de pérdida térmica y coeficiente de transmisión de calor según la sección 5.1 "Energy Saving Action Grades" de la "Japan Housing Performance Indication Standards"	Prerrequisito: cumplir con el CTE-HE				
	Infiltración de aire	•	Mediciones de permeabilidad al aire de acuerdo con las normas técnicas de la marca Effinergie BBC. El valor debe ser inferior a 0,6m3/h.m2.	Reducción de fugas de aire (m3/min) por zonas climáticas	Mejora porcentual hasta el 50% en obra nueva y rehabilitación, sobre las exigencias de la normativa local sobre construcción relativos a la permeabilidad al aire según pruebas de presión						
	Diseño pasivo	•		Demstrar que la decisión de la orientación del edificio se base en los datos solares y meteorológicos de la parcela.				Prerrequisito: cumplir con el CTE-HE			
LUMINACIÓN	Iluminación natural	•	Iluminación natural en el baño principal que cuente con un vidrio, superficie translúcida. En circunalecciones horizontales, presencia de iluminación natural de las superficies de vidrio que superen al menos el 10% de la superficie construida.	Presencia de sensores de movimiento, células fotovoltaicas integradas, fotosensores o funcionar con relojes astronómicos.	Presencia de controladores como sensores de luz, reloj astronómico, temporizador.						
	Iluminación artificial	•	Eficacia luminosa de las lámparas: lm/W. Se establecen valores de reflectancia para varias superficies. El nivel de iluminación requerido: Enoy = (E1 + E2 + ... + En) / n	Puntos por reducir la densidad de potencia de iluminación (W/m2).	Eficacia luminosa e índice de reproducción cromática (lúmenes/vatio).	Porcentaje de 100% o más en ahorro de energía sobre el estándar nacional.	(KWh/m2) El consumo de electricidad se reduce al menos un 20%				
	Provisión de electrodinámicos energéticos	•		Instalación de electrodinámicos con certificación ENERGY STAR.	Cuando las evidencias demuestran que se aporta información para la provisión de electrodinámicos energéticos eficientes de acuerdo con el Sistema Europeo de Etiquetado de EE. Empleo de electrodinámicos biétnicos.	Porcentaje de 100% o más en ahorro energético tras la provisión de electrodinámicos energéticos eficientes de acuerdo al "Energy Conservation Equipment Catalog".	(KWh/m2) Reducción de consumo eléctrico mediante la instalación de equipos y aparatos eficientes. El consumo de electricidad de reducere al menos un 20%				
ENERGÍA RENOVABLE	Tecnologías bajas en carbono (Solares, Hidráulicas, Eólicas, Biomasa)	•	Empleo de energía bioclimática para la calefacción, refrigeración e iluminación de un edificio (coef.fabio) puede ser menor al máximo permitido (coef.fabio.max.) en un 10%	Puntuaje por cada 300 kWh producidos anualmente por el sistema	Puntuaje por el aprovechamiento de recursos energéticos renovables aplicando tecnologías locales de baja o nula emisión de carbono. O al demostrar que existe un contrato con un proveedor de energía 100% renovable.	Porcentaje de reducción energética entre el 10% a 20% para calefacción al emplear radiación solar y una reducción del 10% a 20% para la reducción de refrigeración por uso de ventilación natural.	Porcentaje de reducción del consumo energético por el uso de energía renovable mayor o igual al 1%				
AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS)	Tecnologías bajas en carbono para el calentamiento de agua	•	Coeficiente C _{ap} : kWh / m ² y Coeficiente I _{bio} , representan el consumo de energía convencional para la calefacción, ventilación, refrigeración, agua caliente sanitaria, calefacción e iluminación del edificio. Es adimensional y se expresa en puntos.	Puntos por los equipos CVAC que excedan los requisitos de ENERGY STAR.	Puntos por los equipos CVAC que excedan los requisitos de ENERGY STAR.	Empleo de equipos para el agua caliente como paneles solares, bomba de calor eléctrico, etc.	(KWh/m2) Prerrequisito: Cumplir con el CTE-HE. Exigencia mínima de energía solar térmica para el ACS. Debe cumplir con una reducción del consumo de energía de más del 20% mínimo.				
EQUIPOS DE CLIMATIZACIÓN	Calentamiento eficiente del sistema	•		Puntos por calentador de agua de alta eficiencia		Probar que los equipos funcionen con la temperatura y el tiempo adecuados	Caldera con emisión de Nox igual o inferior a 40 mg/kWh.				
EQUIPOS DE CLIMATIZACIÓN	Equipos de bajo consumo energético	•	Cálculos de rendimiento del edificio, en cuanto a su consumo de energía convencional (C _{ap}) y energético basel (C _{apref}) y en términos de su consumo estándar para la calefacción, refrigeración y también de producción de ACS.	Contar con equipos etiquetados por ENERGY STAR para calentamiento y refrigeración de los espacios.	Contar con equipos etiquetados por ENERGY STAR para calentamiento y refrigeración de los espacios.	Contar con equipos que utilicen energía solar.	Cuando se prevé una reducción del consumo de energía para los sistemas de calefacción, refrigeración y ACS de más del 20%				
	Diseño e instalación eficiente del sistema	•		Sistemas correctamente instalados y sin infiltraciones de aire.		Contar con un aislamiento para la tubería hidrosanitaria y la línea de baño.					
	Ascensor	•	Cumplir como mínimo lo siguiente: -El motor de la cabina de conducción sea eléctrico, de velocidad variable. -El sistema de control del ascensor de tipo ascendencia manobra colectiva. -Presencia de un sistema de detección para mantener las puertas abiertas. -Que no sea permanente la iluminación en la cabina		-seleccionar el tipo de ascensor de menor consumo -Cumplir al menos con tres características que ofrezcan el mayor potencial de ahorro de energía, como: que funcionen en modo espera, que la iluminación y ventilación se apaguen cuando el ascensor no está en movimiento, que tenga una unidad de regeneración, etc.						
ASCENSOR		•				Presencia de un espacio de secado eficiente					
ESPACIO DE SECADO	Espacio de secado de bajo consumo	•				Índice porcentual de eficiencia energética real del edificio sobre el índice de los estándares actuales y CO2					
TASA DE EMISIÓN	Minimizar emisiones de CO2	•									
	Minimizar emisiones de NOx	•				Caldera con emisión de Nox igual o inferior a 40 mg/kWh.					

Fuente: Métodos de Evaluación. Elaboración: Grupo de Tesis

2.2.3. Análisis de la incidencia energética que representa la envolvente e iluminación en el sector residencial

Investigaciones dentro del tema de envolvente e iluminación, demuestran que tomando en cuenta ciertas consideraciones arquitectónicas, se puede mejorar sustancialmente el escenario de desempeño energético de la vivienda.

Es por ello que diversos proyectos demuestran que con una inversión entre 10% a 15% y la aplicación de técnicas constructivas existentes, puede ahorrar hasta el 65% de gasto para calefacción en una vivienda común. Además es posible gastar seis veces menos energía, con un buen aislamiento en la vivienda orientación correcta y vanos de superficies convenientes, pues estas medidas generan tres veces más captación de energía.^[27]

[27] Garzón, B., *Arquitectura Bioclimática*, ed. E.N. S.A. 2015.

Envolvente

En el aspecto de envolvente térmica, tan solo realizando modificaciones en el sistema de aislación, se consiguen ahorros significativos en calefacción, mejorando el confort higrotérmico.^[28] La temperatura es una condición climática que varía fuera de la vivienda, mientras que dentro de ella se busca mantener un confort térmico, para lo cual el primer factor a tener en cuenta es el entorno climático, en donde la forma, orientación y distribución de los recintos del edificio intervienen directamente en el aprovechamiento del entorno como la exposición al sol y viento. Además un adecuado diseño de los cierres del edificio, cuya función principal es conservar las condiciones interiores independientemente de las exteriores, ejercerá una función de aislamiento térmico, contribuyendo al confort interno prescindido de equipos mecánicos. Mediante la intervención en el espesor de los elementos de la envolvente, las dimensiones del cierre y las propiedades termo físicas de los materiales, se puede conducir a una reducción de la demanda energética.^[29]

[28] Escorcía, O., García, M., Trebilcock, M., Celis, F., Bruscatto, U., *Mejoramientos de envolvente para la eficiencia energética de viviendas en el centro-sur de Chile*. Informes de la Construcción, 2012. 64(0020-0883).

[29] Romero, N., *Consumo de energía a nivel residencial en Chile y análisis de Eficiencia Energética en calefacción*, en Departamento de Ingeniería Civil. 2011, Universidad de Chile: Santiago de Chile.

El objetivo al aplicar consideraciones que intervengan en los elementos de envolventes, es aportar soluciones que permitan que el edificio capte o excluya energía solar según las necesidades de calefacción. En la investigación "Mejoramientos de la envolvente para la eficiencia energética de viviendas en el centro-sur de Chile"^[28], se analiza y demuestra que mediante ajustes en la envolvente de la vivienda como muros y cubiertas; se puede mejorar la calidad térmica de la edificación. En este caso se aplica un sistema de aislación externa, sobrepuesto a la envolvente, consiguiendo un mayor ahorro energético, del 50% más respecto a la base, sin afectar las condiciones de habitabilidad.

Además en la misma investigación se alerta de la necesidad de considerar el factor de condensación superficial, que está relacionado con la humedad, ya que causa diversos problemas en la vivienda, siendo uno de los principales, la disminución de la aislación térmica. Otro factor a considerar es la infiltración de aire, pues genera pérdidas térmicas, especialmente en el empleo de ventanas de baja permeabilidad. La construcción de una vivienda puede presentar agujeros y grietas desconocidas a través de los cuales se produce un flujo de aire que puede perjudicar la calidad de aire interior y confort, además de aumentar el consumo por calefacción o refrigeración.^[28, 30]

[30] Ossio, F., De Herde, A., Veas, L., *Exigencias europeas para infiltraciones de aire: Lecciones para Chile*, en Revista de la Construcción. 2012.

Finalmente el estudio determina que factores como la normativa, diseño, construcción y ocupación de la vivienda, afecta la hermeticidad y disminuye la efectividad de las acciones de eficiencia energética, por lo que es necesario vincular dichos factores con un control de desempeño y medidas de análisis, puesto que una certificación que verifique que el diseño contó con asesoría técnica, monitorización y encuestas de ocupación, permitiría alcanzar mejores resultados para el ahorro energético.

En la intervención propuesta para el edificio "Consortio Santiago" en Chile^[8], se pudo reducir el ingreso de un 60% de radiación solar tras realizar cambios en las fachadas originales al implementar capas vegetales sobre estas, obteniendo un ahorro del 10% en gastos energéticos. Además, se comparó el comportamiento energético con un grupo de 10 edificaciones similares, teniendo que este edificio presenta un 48% menos consumo energético que el promedio de los otros 10; lo cual significa un ahorro monetario del 28% respecto a los otros edificios. Conjuntamente, se analizó un piso al cual se había intervenido en su fachada y otro que no, resultando que el piso con fachada vegetal consumía un 35% menos energía y con un costo del 25% menor. Hasta la actualidad el edificio se ha comportado energéticamente mejor de lo previsto y ha sido galardonado como uno de los seis mejores edificios de Santiago de Chile.

En la revista española "Informes de la construcción" en su publicación N°541^[31], se realiza una comparación entre los resultados de rehabilitación energética en función de normativas vigentes (A. CT-79EF, A. CT-79-EH y D. CT-79-EH), aplicándolas a muros pareados, medianeros y aislados, donde se muestra como las mejoras de transmitancia térmica en los cerramientos verticales (muros y vanos), por medio del aumento del espesor en el aislamiento, registran una reducción de demanda energética entre el 41.22 y 68.56%, y un ahorro de energía del 41.92 a 68.13%. Además el estudio implementa una herramienta generada a partir de normativas (UNE-EN ISO 137990:2011 y ASTM E917-05-2013), la cual genera indicadores económicos para la ejecución de mejoras energéticas.

[31] Pérez, A., Calama, J., Flores, V., *Comparativa de resultados de rehabilitación energética para viviendas en función del grado de mejora*. Informes de la Construcción, 2016. 68(541).

Una investigación realizada para la región del mediterráneo^[32], indica que al escoger una buena orientación, tamaño de ventanas y elementos de sombra óptimos, conjuntamente con un correcto espesor de aislamiento se puede reducir el consumo energético anual. De esta manera plantean tres posibles escenarios en los cuales realizan pruebas de espesores de aislamientos. En el primero parten con 6cm de espesor para el aislamiento en cielo raso y paredes y luego hacen pruebas donde mantienen los 6cm de aislamiento en paredes para investigar el efecto técnico y económico que surge al aumentar el espesor del aislamiento térmico del cielo raso y paredes separadamente. Los resultados muestran que para un espesor de 6cm en paredes es necesario 20cm de aislamiento en el cielo raso, lo que confluente a una reducción del consumo energético en un 21.20%.

[32] Jaber, S.A.S., *Optimum, technical and energy efficiency design of residential building in Mediterranean region*. Energy and Buildings, 2011. 43: p. 1829-1834.

En el segundo escenario mantienen el mismo espesor de aislamiento térmico para paredes y cielo raso, obteniendo como resultado 22cm de capa aislante para una reducción de demanda energética del 50.81% para calefacción y 14.95% en refrigeración, en total se logra reducir la demanda en un 27.59%. En el último escenario se analiza al utilizar

13cm de aislamiento en paredes y 20cm en cielo raso, lo cual genera un 25.31% de ahorro energético y se tiene que el consumo de energía por metro cuadrado es de 65.79 kWh/m².

Finalmente se demuestra que el consumo de energía puede reducirse una vez que se aisle térmicamente los elementos que comprenden la envolvente.

Iluminación

En el tema de iluminación, según la "Guía de Diseño para la Eficiencia Energética [...]", al considerar en el diseño un porcentaje apropiado de superficie de ventanas respecto del área del recinto, ayuda a alcanzar los niveles adecuados de iluminación.^[33] En diversas investigaciones se cree que la correcta aplicación de estrategias de iluminación natural en edificaciones mejora el confort visual y la eficiencia energética, ayudando a ahorrar una cantidad considerable de energía por el uso de iluminación artificial, de ahí el importante rol de las ventanas dentro de la edificación, pues controlan la cantidad de admisión de iluminación natural hacia el interior, haciendo que los usuarios valoren su presencia pues predomina la luz natural sobre artificial, aportando beneficios y efectos reconstituyentes.^[34]

En el marco de una investigación sobre bienestar habitacional por la Universidad de Chile: "Guía de Diseño para un hábitat residencial sustentable", se midieron niveles de iluminación natural en distintos recintos tomando en cuenta el porcentaje de superficies vidriadas (ventanas), su orientación, el período de iluminación natural y el valor lux de iluminación obtenida. El estudio indica que con un 10% de superficie de ventanas respecto del área del recinto se alcanzaron niveles adecuados de iluminación en los recintos de viviendas.

Además, se puede conseguir un ahorro de 5% de energía al aprovechar la luz natural, utilizando colores claros en las superficies de los espacios (paredes y cielos rasos), especialmente si es de color blanco. Esta estrategia permite reducir el consumo de energía eléctrica por iluminación artificial, a la vez en esta se puede ahorrar entre 25% y 30% de electricidad al cambiar los focos comunes por unos eficientes, si a esto se mejora la ubicación de lámparas, puede conseguirse un ahorro entre 10% y 20% de energía eléctrica, por ejemplo situando lámparas con menor luz en pasillos y otras que permitan iluminar directamente sobre las superficies de trabajo.^[35]

En un estudio de casos prácticos realizado por el Comité Español de Iluminación (CEI), se tiene que al disminuir los niveles de iluminación (25%) y aprovechando la luz natural (26%), se puede conseguir un ahorro en el consumo de energía eléctrica del 51%.^[36]

El posgrado de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional Autónoma de México, realizó una investigación con el propósito de obtener el ahorro potencial de energía al reemplazar la iluminación artificial por natural, teniendo como resultados finales un ahorro de energía del 31% únicamente para el uso final en iluminación y tomando en consideración las 8 horas laborables de la edificación.^[37]

[33] Bustamante, W., *Guía de Diseño para la Eficiencia Energética en la Vivienda Social. Monografías y Ensayos, II Tecnología de la Construcción*, 2009. 333.

[34] Mangkuto, R., Wang, S., *Comparison between lighting performance of a virtual natural lighting solutions prototype and a real window based on computer simulation*. Frontiers of Architectural Research, 2014. 3.

[35] *Guía práctica para el uso eficiente de la energía. Manual para consumidores y usuarios*, P.C. Sustentable, Editor. 2005: Santiago de Chile, Chile.

[36] Iluminación, C.E.d., *Guía técnica para el aprovechamiento de la luz natural en la iluminación de edificios*, I.p.I.D.y.A.d.I. Energía, Editor. 2005: Madrid, España.

[37] Hernández, B., Escobedo, A., León, H. *La luz natural y su potencial para el ahorro de energía. Un estudio en oficinas públicas del Distrito Federal*. 2015 [citado el 24 de julio de 2016]; Disponible desde: http://www.conuee.gob.mx/wb/Conuee/la_luz_natural_y_su_potencial_para_el_ahorro_de_en.

En definitiva, la envolvente e iluminación se constituyen como requerimientos importantes para el planteamiento de estrategias que permitan obtener ahorros considerables de energía, únicamente empleando en ellos medios pasivos.

Sin embargo el estudio complementario de otros aspectos es importante, pues se tiene que el uso de electrodomésticos representa el 34% del gasto energético en una vivienda, siendo fundamental la formación que se dé a los usuarios sobre el consumo energético de los electrodomésticos y el ahorro que se puede conseguir al usar eficientemente los equipos de cada hogar; ya que el ahorro en los niveles de consumo para refrigeradores con clasificación A puede representar un gasto inferior al 55% de la media.^[38]

En referencia a ACS, según una investigación en Cuenca, se determina que la implementación de fuentes de energía renovable aporta significativamente a reducir las emisiones de CO₂, pues minimizan el consumo de energía por GLP. Además se evidencia que las condiciones atmosféricas y de temperatura ambiental de la ciudad son favorables para la utilización de colectores solares.^[39]

Para el secado de ropa, un estudio realizado por el MEARU (Mackintosh Environmental Architecture Research Unit), indica que secar la ropa al interior de la vivienda genera riesgos importantes para la salud, todos relacionados con la humedad; estos pueden ir desde asma hasta eczemas en la piel. Es por eso que el mismo estudio recomienda espacios ventilados y cubiertos, ya que estos no generan gastos energéticos y aprovechan el sol, indicando que este último también ayuda a desinfectar las prendas de vestir.^[40]

2.2.4. Metodologías para la medición y monitorización de datos para viviendas.

En los últimos años se han realizado muchos estudios para evaluar el consumo energético de las viviendas, utilizando herramientas de software que permiten ejecutar análisis más dinámicos.^[41] Tanto el monitoreo como las mediciones son herramientas útiles para la evaluación del funcionamiento de un edificio y consecuentemente para su diagnóstico apropiado. En varias investigaciones se ha podido distinguir generalmente, una metodología basada en tres aspectos: percepción de los usuarios (encuestas), comportamiento térmico (monitorización y simulación) y estado físico de la vivienda (levantamiento arquitectónico o mediciones). A través de estas se busca determinar información en relación al consumo energético y características del edificio, así como condiciones climáticas. Dentro del marco investigativo, se distinguen:

- Encuestas, cuyo objetivo es proporcionar estimaciones sobre la demanda por características de calidad y valoración de indicadores de sustentabilidad medioambientales, enfocados en el tema energético.^[42]
- Simulaciones, las cuales permiten valorar y predecir el comportamiento energético de un diseño y optimizarlo.^[43]

[38] Ahorros importantes con idénticas prestaciones. Electrodomésticos y Eficiencia Energética 2005 [citado el 24 de julio de 2016]; Disponible desde: http://revista.consumeresweb.es/20050701/economia_domestica/69813.php.

[39] Calle, J., Fajardo, J., Sánchez L., Agua caliente sanitaria de uso doméstico con Energía Solar, una alternativa para la ciudad de Cuenca. INGENIUS, 2010.

[40] Menon, R., Porteous, C. Design Guide: Healthy low energy home laundering. 2012 [citado el 24 de julio de 2016]; Disponible desde: http://www.gsa.ac.uk/media/486640/mearu_laundry_design_guide.pdf.

[41] Cesaratto, P., De Carli, M., A measuring campaign of thermal in situ and possible impacts on net energy demand in buildings. Energy and Buildings, 2013. 59: p. 29-36.

[42] Quesada, F., Método de Certificación de la Construcción Sustentable de la Vivienda, Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca (DIUC).

[43] Soutullo, S., Evaluación energética experimental. Monitorización, U.d.E.E.I. Edificación, Editor. 2013, Centro de Investigaciones energéticas, medioambientales y tecnológicas.: Antigua, Guatemala.

- [44] Bagoña, M., Lopusniak, M., Katunsky, D., Vertal, M., *Mesurements of Electricity Consumption In a Low-energy Building in Mid-Europe Climatic Conditions*. Energy Engineering, 2014. 111(2): p. 62-78.
- [45] Bagoña, M., Lopusniak, M., Katunsky, D., *In Situ Measurement and Service Monitoring of Low-Energy Building*. Technical Transactions, Civil Engineering, 2010(4).
- [46] Gill, Z., Tierney, M., Pegg, Ian., Allan, N., *Measured energy and water performance of an aspiring low energy/ carbon affordable housing site in the UK*. Energy and Buildings, 2011. 43: p. 117-125.
- [47] Asdrubali, F., Buratti, C., Cotana, F., Baldinelli, G., *Evaluating of Green Buildings' Overall Performance through in Situ Monitoring and Simulations*. Energies, 2013. 6.
- [48] Proyecto Sech-Spahousec: *Análisis del consumo energético del sector residencial en España*, D.d.P.y. Estudios, Editor. 2011, Ministerio de Industria, energía y turismo: España.
- [49] Shrestha, P., Kulkarni, P., *Factors Influencing Energy Consumption of Energy Star and Non-Energy Star Homes*. Journal of Management in Engineering, 2013. 29(3).
- [50] Aydinalp, M., Ismet, V., Fung, A., *Modeling of the space and domestic hot-water heating energy-consumption in the residential sector using neural networks*. Applied Energy, 2004. 79: p. 159-178.
- [51] Administration, E.I., *Residential Energy Consumption Survey: Household Questionnaire*. U.S.D.o. Energy, Editor. 2009: United States. p. 96.
- [52] SENER, *Indicadores de eficiencia energética en el sector residencial*. Taller de Indicadores de Eficiencia Energética en México, 2011.

- Monitorización, metodología empírica que se basa en el registro de datos físicos, lo cual permite un análisis al comportamiento del sistema.^[43]
- Mediciones o Levantamiento arquitectónico, este último es intrínseco a la metodología, puesto que, es el primer paso para conseguir la base de información gráfica del estado actual de la vivienda.

En el tema energético, es sustancial determinar aspectos constructivos, fuentes y consumo de energía, características de equipos y electrodomésticos y el comportamiento y operación de los miembros del hogar. ^[7, 44] Para esto se ha recopilado información de distintos proyectos de investigación, que se clasifican en las tablas 2.3 y 2.4. En la primera se indican estudios enfocados en la monitorización y medición de datos, clasificando los aspectos y variables que analizan además de señalar la metodología aplicada para la medición del consumo eléctrico, donde se puede observar como algunas investigaciones se remiten a la norma ISO 13790:2008, y otras utilizan equipos de medición directa. Y en la segunda tabla se detallan las investigaciones que recopilan datos por medio de encuestas, en esta se determina cuáles son las variables más frecuentes, con el fin de determinar el modelo de encuesta necesario para el presente trabajo de tesis.

Tabla 2.3 Metodologías para análisis de consumo energético en viviendas (Medición y monitorización)

ASPECTOS	VARIABLES	INVESTIGACIONES/ARTÍCULOS			
		"In situ measurement and service monitoring of low-energy building" ^[45]	"Measured energy and water performance of an aspiring low energy/ carbon affordable housing site in the UK" ^[46]	"Evaluation of Green Buildings' Overall Performance through in situ Monitoring and Simulations" ^[47]	"Proyecto Sech-Spahousec, Análisis del consumo energético del sector residencial de España" ^[48]
Información de consumo energético	Consumo eléctrico	Para la medición del consumo energético se basan en la "STN EN ISO 13790:2008" y en "Passivhaus projektierungs paket"	Pinza monofásica de corriente y un registrador de datos conectados a la principal línea de alimentación. (kWh)	Para la medición del consumo energético estiman el código MC4 Suite, que sigue los algoritmos de cálculo propuestos en: EN ISO 13790: 2008.	Los equipos utilizados para la medición se caracterizan por registrar el consumo en tiempo real (vatios-hora) y tener una memoria total de costes y energía consumida en un periodo, además de información sobre tiempos de conexión y funcionamiento.
	Tipo de combustible y fuentes energéticas utilizadas		•		
	Consumo de agua caliente		Mediante un pulsador de salida conectado a la red de salida de agua caliente		
Características del edificio	Área de construcción	•	•	•	•
	Propiedades termo técnicas básicas (Factor U)	•		•	
	Área de garaje	•			
	Área de superficies duras	•			
	Temperatura de superficies estructurales	•		•	
	Número de dormitorios		•		•
	Número de pisos		•	•	•
	Tipo de vivienda (unifamiliar, departamento, multifamiliar)			•	•
	Tipo de ventanas	•			•
	Niveles de luminancia e iluminación			•	
Miembros/ Usuarios del hogar	Área de pisos	•			•
	Forma de la vivienda			•	•
Condiciones climáticas internas y externas	Número de miembros		•		
	Temperatura promedio interior	•	•	•	
	Temperatura exterior	•	•	•	•
	Flujo de calor	•		•	
	Concentración de CO ₂	•			•
	Humedad relativa	•	•		•
	Intensidad de radiación solar	•		•	

Fuente: Bagoña, 2010; Gill, 2011; Asdrubali, 2013; Proyecto de Planificación y Estudios, 2011.
Elaboración: Grupo de Tesis



Tabla 2.4 Metodologías para análisis de consumo energético en viviendas (Encuestas)

ASPECTOS	VARIABLES	INVESTIGACIONES/ARTÍCULOS			
		"Factors Influencing Energy Consumption of Star and Non-Energy Star Homes" ^[49]	"Modeling of the space and domestic hot-water heating energy-consumption in the residential sector using neural networks" ^[50]	"Residential Energy Consumption Survey: Household Questionnaire" ^[51]	"Indicadores de eficiencia energética en el sector residencial, Taller de Indicadores de Eficiencia Energética en México" ^[52]
Información de consumo energético	Consumo eléctrico anual (kWh/m ² /persona)	•			
	Consumo de gas natural anual (unidades térmicas/m ² /persona)	•			
	Tipo de combustible y fuentes energéticas utilizadas		•	•	•
	Número de calentadores de agua		•	•	
	Edad del sistema (ACS)		•		
Características del edificio	Año de construcción	•			•
	Área de construcción	•		•	•
	Tipo de vivienda (adossada)			•	
	Bloques que componen la vivienda			•	
	Forma de la vivienda (Rectangular, L, T, etc)			•	
	Característica de vivienda (unifamiliar)	•			•
	Número de dormitorios			•	•
	Número de pisos	•		•	
	Tamaño del tanque de agua		•		
	Tipo de emplazamiento (adossada, etc)		•	•	
	Número de puertas		•	•	
	Número de ventanas		•	•	
	Tipo de ventanas	•		•	
	Área de paredes		•		
	Área de pisos		•		
	Área de cubiertas		•		
	Presencia de buhardilla			•	
	Edad de elementos constructivos (pisos, paredes)		•		
	Número de luminarias energético eficientes			•	
	Aislamiento del hogar			•	
Características de los electrodomésticos	Tipo de Equipo utilizado			•	•
	Cantidad de equipos			•	•
	Frecuencia de uso	•		•	•
	Edad del equipo	•		•	
Miembros/ Usuarios del hogar	Número de miembros	•	•	•	•
	Edad de miembros		•	•	•
	Ocupación durante el día		•	•	
Condiciones climáticas	Temperatura promedio interior		•		
	Tipo de paisaje (desierto, bosque)	•			
	Ubicación Geográfica	•			
	Temperatura del suelo		•		
Características socio-económicas	Ingresos anuales		•		
	Propiedad de la vivienda (arrendada, propia)		•	•	•
	Área de la población***		•		

Fuente: Shresta, 2013; Aydinalp, 2004; Administration, 2009; SENER, 2011.
Elaboración: Grupo de Tesis

Tabla 2.5 Recopilación de investigaciones según su duración y tamaño de muestra

Referencia	Ubicación	Tamaño de muestra	Tipo de información	Duración	Año
Reinhardt, A., Baumann, P., Burgsthaler, D., Hollick, M., Chonov, H., Werner, M., Steinmetz, R. (2012) ^[54]	Alemania	10 viviendas	Electrodomésticos	Un día	2012
Anderson, K., Ocneanu, A., Benítez, D., Carlson, D., Rowe, A., Bergés, M. (2012) ^[55]	Estados Unidos	1 vivienda	Eléctrica	Una semana	2011
Holcomb, C. (2012) ^[56]	Estados Unidos	10 viviendas	Eléctrica, agua, gas	Una semana	2012
Kolter, J., Johnson, M. (2011) ^[57]	Estados Unidos	6 viviendas	Eléctrica, agua, gas	Semanas a meses	2011
Olofsson, T., Mahlia, T. (2012) ^[58]	Suecia	1 vivienda	Características arquitectónicas, calefacción y electricidad	Dos meses	2011
Kelly, J., Knottenbelt, W. (2014) ^[59]	Reino Unido	4 viviendas	Eléctrica, otros usos de combustible	Un mes a 15 meses	1999-2005
Makonin, S., Popowich, F., Bartram, L., Gill, B., Bajic, I. (2013) ^[60]	Canadá	1 vivienda	Eléctrica, agua, gas	Un año	2012
Individual household electric power consumption Data set ^[61]	Francia	1 vivienda	Electricidad	Cuatro años	2006-2010

Fuente: Investigaciones citadas
Elaboración: Grupo de Tesis

En la tabla 2.5 se muestra una recopilación de estudios donde se detalla el lugar donde fue realizado, el tamaño de la muestra, el tipo de información que se recolecta y la duración de la monitorización y medición. Es importante mencionar que la duración de recopilación de datos varía, principalmente por la extensión de muestra, el enfoque de análisis y complicaciones que se han reportado referentes a limitaciones en términos de accesibilidad a las viviendas privadas y problemas con la conexión de los equipos. Es por eso que esos estudios en cuanto recolección de datos se refiere, presentan intervalos de tiempo y tamaños de muestras diferentes; unos pueden registrar datos en un día mientras otros en cuatro años, de igual manera la muestra varía de una a diez viviendas unifamiliares. ^[53]

El presente estudio, al estar enfocado en el consumo energético, considera importante la instalación de equipos en cada vivienda, que registren el consumo eléctrico en iluminación y electrodomésticos. Estimando el tiempo de duración de nuestra investigación, los datos para nuestro análisis serán recolectados y registrados en un período de siete días en una muestra de 5 viviendas unifamiliares. ^[62] Los resultados que se obtengan de la monitorización nos ayudarán a determinar el consumo de energía vinculado con el diseño de la vivienda (áreas, número de dormitorios, etc.), mientras que las encuestas reforzarán dichos resultados al especificar el consumo energético por medio de preguntas relacionadas con el comportamiento de los miembros dentro de la vivienda y la utilización de electrodomésticos existentes.

[53] Babei, T. A study and a directory of energy consumption data sets of buildings. Energy and Buildings, 2015. 94.

[54] Reinhardt, A., Baumann, P., Burgsthaler, D. On the Accuracy of Appliance Identification: Based on Distributed Load Metering Data. Sustainability, 2012.

[55] Anderson, K. BLUEDE: A fully Labeled public dataset for event-based non-intrusive load monitoring research. 2012.

[56] Holcomb, C. Pecan Street Inc.: A test-bed for NILM, en International workshop on Non-intrusive load monitoring, 2012.

[57] Kolter, J. REDD: A public data set for energy disaggregation research, in Proceedings of the SustKDD workshop on Data mining applications in Sustainability, 2011.

[58] Olofsson, T. Modeling and simulation of the energy use in an occupied residential building in cold climate. Applied Energy, 2012. 91: p. 432-438.

[59] Kelly, J. UK-Dale: A dataset recording UK domestic Appliance-Level Electricity Demand and whole-house demand, en arXiv e-prints. 2014.

[60] Makonin, S. AMPDs: A public dataset for load disaggregation and eco-feedback research, en The Annual Electrical Power and Energy Conference. 2013.

[61] University of California. Individual household electric power consumption Data Set (citado el 25 de julio de 2014); Disponible desde: <http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Individual+household+electric+power+consumption#>.

2.3 Normativa Existente

[62] Asdrubali, F., D'Alessandro F., Baldinelli, F., Bianchi, F., *Evaluating in situ thermal transmittance of green buildings masonries, A case study*, Case Studies in Construction Materials, 2014. 1: p. 53-59.

Cada uno de los indicadores determinados del estudio de los métodos de certificación en el punto 2.2.2, se encargan de cuantificar el desempeño y a la vez califican el nivel de rendimiento de la vivienda. [17] Estos indicadores responden a diferentes normativas existentes cuyo objetivo es regular las características energéticas de las edificaciones, mediante el planteamiento de valores mínimos a cumplir.

La tabla 2.6 analiza la regulación existente en métodos de certificación y normativas para los indicadores encontrados. Se dará prioridad a los estándares de la normativa ecuatoriana y aquellos datos que no se evalúen en esta, se complementarán con la normativa internacional y los expuestos en los métodos de certificación.

2.3.1 Normas Internacionales sobre eficiencia energética aplicables a la vivienda

CTE-DB HE Español (Código Técnico de la Edificación- Documento Básico Ahorro de Energía)

Tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir el requisito básico de ahorro de energía. Plantea conseguir un uso racional de la energía necesaria en las edificaciones, a partir de la reducción de su consumo a límites sostenibles en las diferentes etapas de proyecto, construcción, uso y mantenimiento, promoviendo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable. Para ello los edificios deben someterse a los requerimientos de este código, donde se especifica parámetros objetivos y procedimientos que aseguran satisfacer las exigencias básicas, así como la superación de los niveles mínimos de calidad para el ahorro de energía. [63]

[63] España, G.d., *Documento Básico. Ahorro de Energía*, 2013, Código Técnico de la Edificación: España.

Del estudio de este código se logra determinar regulación para los siguientes indicadores (Ver tabla 2.6):

- dentro del requerimiento envolvente, presenta estándares para factor U, SHGC, infiltraciones de aire, orientación y emplazamiento;
- en el tema lumínico, no se observa regulación específicamente para los indicadores que se determinaron, sin embargo el código sí plantea otras recomendaciones para el tema de iluminación, tanto natural como artificial.

- también propone un estándar para la reducción del consumo de energía convencional por el uso de energías renovables,
- así también considera la contribución de energía renovable para ACS.

NORMAS EN

El Comité Europeo de Normalización (CEN), es una asociación que reúne a los Organismos Nacionales de Normalización de 33 países europeos. CEN es uno de los tres organismos europeos de normalización (junto con CENELEC y ETSI) que se han reconocido oficialmente por la Unión Europea y por la Asociación Europea de Libre Comercio (AELC) como responsable de la elaboración y la definición de normas voluntarias en el ámbito europeo.

Trabaja para desarrollar las Normas Europeas (EN), los cuales surgen en común acuerdo con los intereses económicos y sociales de todos los países miembros. Se aborda una amplia gama de campos y sectores, entre ellos: el aire y el espacio, productos químicos, construcción, la energía, el medio ambiente, la maquinaria, materiales, transporte y embalaje. ^[64]

[64] CEN, E.C.f.S. [citado el 7 de noviembre de 2015]; Disponible desde: <http://www.cen.eu/work/Pages/default.aspx>.

Del análisis, se determina en varias de las normas EN estándares para los siguientes indicadores (Ver tabla 2.6):

- para el requerimiento envolvente, los estándares EN 6946, EN 13790, EN 1026 y EN 52022-3 regulan varios aspectos como el factor U, SHGC, infiltraciones de aire y ganancias solares.
- en lo que refiere a iluminación artificial, la norma EN 15193:2008 recoge algunos aspectos para iluminación interior.
- En cuanto a energías renovables, la norma EN 15603:2008, establece algunos parámetros sobre consumo de energía.
- sobre ACS, existen varias normas a las cuales remitirse, como la EN 15316-3-2, 15316-3-3, 12977-2, 12977-1, 94002.

IECC (International Energy Conservation Code)

El Código Internacional de Conservación de Energía fue creado por el International Code Council (ICC) en el 2000, año a partir del cual se publican nuevas ediciones cada 3 años. Su objetivo es regular las exigencias mínimas en edificaciones nuevas de tal manera que se promueva la conservación de energía, mediante la disminución del consumo de la misma. Para ello se rigen varios aspectos como el diseño de envolventes eficientes y la instalación de sistemas mecánicos de iluminación y de energía eléctrica. El código contiene algunos apartados: para edificios, centros comerciales y edificaciones residenciales de baja altura, siendo este último el de nuestro interés. ^[65]

[65] Hirata, E., *Código de Conservación de Energía para las edificaciones de México (IECC-México)*, en *Apoyo a la Eficiencia en la Ciudad de México: Taller para la Inauguración del Acelerador y Desarrollo de Plan de Trabajo para la Ciudad de México*, A.C. CASEDI, Editor, 2015: Ciudad de México, México.

La norma que se estudia específicamente en la presente investigación, es la IECC 2012, la cual establece regulación para varios de los aspectos encontrados, aunque no para todos, sin embargo se logra determinar algunos parámetros para la evaluación de los siguientes indicadores (Ver tabla 2.6):

- factor U, SHGC e infiltraciones de aire dentro del tema de la envolvente;

- en el tema lumínico, plantea regulación para iluminación artificial; y

- también presenta normativas para la eficiencia del sistema de ACS.

90.2/2007 Energy Efficient Design of Low-Rise Residential Buildings. ANSI/ASHRAE

Eficiencia energética en el Diseño de Edificios Residenciales de baja altura.

El propósito de esta norma es suministrar requisitos mínimos para conseguir la eficiencia energética en edificios de viviendas. Está dirigida a unidades de vivienda residencial incluyendo unifamiliares, estructuras multifamiliares (de tres pisos o menos), y casas modulares. No incluye la vivienda 'transitoria', como hoteles, moteles, residencias de ancianos, cárceles y cuarteles, o viviendas prefabricadas.

[66] American Society of Heating, R.a.A.-C.E.A. III. *Titles, Purposes and Scopes*, July 2015. [citado el 2015 07/11]; Disponible desde: <https://www.ashrae.org/standards-research-technology/standards-guidelines/titles-purposes-and-scopes#90-2>.

La norma considera varios aspectos, entre ellos la envolvente del edificio, equipamientos y sistemas de calefacción, equipos y sistemas, equipos domésticos de calentamiento de agua y sistemas, además disposiciones para alternativas generales de diseño de edificios y compensaciones de aire acondicionado. ^[66] En esta norma ASHRAE 90.2, se consideran estándares para los siguientes indicadores (Ver tabla 2.6):

- factor U y SHGC para el requerimiento envolvente;

- en ACS, presenta recomendaciones para la contribución de energía renovable en sistemas de agua caliente.

NORMAS ISO (Organización Internacional de Normalización)

ISO es una organización no gubernamental independiente y la mayor desarrolladora de Normas Internacionales voluntarias a nivel mundial. Está integrada por los miembros de organismos nacionales de normalización de 162 países.

Las Normas Internacionales ofrecen especificaciones de clase mundial para variedad de productos, servicios y sistemas, con el objetivo de garantizar la calidad, seguridad y eficiencia de los mismos. ISO ha publicado más de 19 500 Normas Internacionales cubriendo casi todas las industrias. ^[67]

[67] Standardization, I.O.f. ISO. [citado el 2015 07/11]; Disponible desde: <http://www.iso.org/iso/home/about.htm>.

De todos los estándares analizados, las normas ISO son las que más parámetros abarcan dentro del análisis (Ver tabla 2.6).

- La norma ISO 6946:2007, 13370:2007, 13790:2008, 6613:1980, 52022-3, para los indicadores correspondientes al requerimiento de envolvente;

- La norma ISO 16817:2012 sobre diseño del ambiente interior del edificio – proceso de diseño para el entorno visual, presenta parámetros enfocados a la iluminación.

-En cuanto a energías renovables, la ISO12655:2013 sobre eficiencia energética de los edificios, aborda algunos aspectos sobre esto.

-Sobre ACS, la ISO 13153:2012 e ISO 9459-2:1995 sobre sistemas de agua caliente, presentan varios aspectos a los cuales acatarse.

-La ISO 14006, esta norma es para empresas, la cual implica que dicha empresa u organización ha integrado un sistema para controlar y mejorar continuamente aspectos ambientales en sus productos, lo que significa que cualquier producto que expendan, tiene una categoría de eficiencia, pudiendo estar dentro de esta, los ascensores.

-Para el requerimiento tasa de emisión, la norma ISO 14064 sobre emisión de gases de efecto invernadero, establece algunas consideraciones para realizar el seguimiento y reporte de las mismas.

2.3.2 Normas Nacionales sobre eficiencia energética aplicables a la vivienda

NEC-11. Capítulo 13. Eficiencia Energética en la Construcción en Ecuador.

El propósito de esta norma es fomentar el diseño y construcción de edificaciones bajo el marco de sostenibilidad, eficiencia y buen manejo de los recursos en el Ecuador. De esta manera se busca contribuir con la disminución del consumo de combustibles fósiles y recursos no renovables, además de las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas.

La norma establece especificaciones técnicas mínimas que deben ser tomadas en cuenta en el diseño, construcción, uso y mantenimiento de las edificaciones en el país; las cuales se enfocan en la reducción del consumo de energía y recursos necesarios. ^[68]

[68] construcción, N.E.d.I.,
Eficiencia Energética
en la Construcción en
Ecuador, in Capítulo
13, C.E.d.I.N.E.d.I.
construcción, Editor. 2011,
Gobierno Nacional de la
República del Ecuador.:
Quito, Ecuador.

Del análisis de esta norma, se detecta que la mayor parte de reglamentos tienen base en el código técnico español (CTE), analizado anteriormente. En la NEC se establece la normativa correspondiente a varios de los indicadores que se analizan, especificando valores para cada zona climática, en donde a la ciudad de Cuenca se la ubica dentro de la zona ZT3, debido al rango climático que presenta (entre 14°C y 18°C). Los indicadores para los cuales establece normativa se muestran en la tabla 2.6, donde se presenta lo siguiente:

-Abarca estándares para el factor U, orientación y ganancia solar, dentro de lo que se refiere a la envolvente.

-También se propone consideraciones para el empleo de energías renovables y en la contribución de estas en el sistema de agua caliente sanitaria.

-Además de lo mencionado, se plantea una serie de recomendaciones enfocadas al diseño pasivo de la edificación.

INEN 2-506:2009 Eficiencia Energética en Edificaciones. Requisitos.

Establece los requerimientos que un edificio debe cumplir para reducir a límites sostenibles su consumo de energía y lograr que una parte de este proceda de fuentes de energía renovable. Destinada a edificios de construcción nueva y a aquellos cuyas modificaciones, reformas o rehabilitaciones sean superiores al 25% de la envolvente del edificio, con excepciones como los edificios protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado, construcciones provisionales con un plazo de utilización igual o inferior a dos años, edificios utilizados como lugares de culto, instalaciones industriales, talleres y edificios agrícolas no residenciales, edificaciones que deban permanecer abiertas. ^[69]

[69] Normalización, I.E.d., NTE INEN 2506. Eficiencia energética en edificaciones. Requisitos. 2009. República del Ecuador: Quito- Ecuador

Los indicadores para los cuales se establece estándares en las normas INEN se muestran en la tabla 2.6:

-Factor U, orientación y emplazamiento, para la envolvente.

-Sobre iluminación artificial, no se encuentra normativa para los indicadores especificados, pero se establece otras regulaciones como el cálculo del valor de eficiencia de la instalación de iluminación (VEEI).

-Sobre el empleo de energías renovables para el ACS, también se plantea algunas consideraciones.

Tabla 2.6 Síntesis de los Indicadores predominantes en Métodos de Certificación y Normativas Nacionales e Internacionales

REQUERIMIENTOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	INDICADORES	MÉTODOS DE CERTIFICACIÓN				NORMATIVAS							
			Qualitel	LEED	BREEM	CASBEE	VERDE	CTE-HE	UNE EN	IECC 2012	ASHRAE 90.2/2001	ISO	NEC 11. CAP. 13	INEN 2506:2009
ENVOLVENTE	Propiedades de materiales	Factor U (W/m2K)	●	●	●	●	●	●	UNE EN ISO 6946	●	●	6946:2007 13370:2007	●	●
		SHGC		●		●		●	UNE EN ISO 13790	●	●	13790:2008		
	Infiltración de aire	m³/min por m² de ventana o puerta	●	●	●			●	UNE EN 1026	IECC 2000		6613:1980		
	Diseño pasivo	Orientación y emplazamiento		●			●	●					●	●
		Ganancia Solar (%)				●			EN ISO 52022-3			52022-3	●	
ILUMINACIÓN	Iluminación natural	Iluminación natural del baño	●									16817:2012		
	Iluminación artificial	Presencia de sensores de luz		●	●									
		Eficacia luminosa de las lámparas: Lm/W e índice de reproducción cromática	●		●				15193:2008	●		16817:2012		
ELECTRODOMÉSTICOS	Electrodomésticos energo-eficientes	Verificar que los electrodomésticos cuenten con etiqueta de eficiencia energética		●	●	●	●	Etiqueta de eficiencia o sello Energy Star						
ENERGÍAS RENOVABLES	Tecnologías bajas en carbono (solares, hidráulicas, eólicas, biomasa)	Porcentaje de reducción de consumo de energía convencional por el uso de energías renovables	●	●	●	●	●	15603:2008				12655:2013	●	
ACS	Eficiencia de equipos	Eficiencia térmica de equipo para el calentamiento de agua	●	●		●	●							
	Eficiencia del diseño del sistema	Rendimiento del sistema (Reducir demanda)					●	15316-3-2 15316-3-3	●			13153:2012		
	Tecnologías bajas en carbono	Contribución mínima de energía renovable	●	●		●	●	12977-2 12977-1 94002		●		9459-2:1995	●	●
EQUIPOS DE CLIMATIZACIÓN	Equipos de bajo consumo energético	Equipos eficientes energéticamente	●	●		●		Etiqueta de eficiencia o sello Energy Star						
	Diseño e instalación eficiente del sistema	Sistemas eficientes		●		●	●							
ASCENSOR	Ascensor	Equipo eficiente	●		●							14006*		
ESPACIO DE SECADO	Espacio de secado	Contar con un espacio eficiente para el secado de ropa			●									
TASA DE EMISIÓN	Minimizar emisiones de CO ₂	Reducción de emisiones			●							14064		
	Minimizar emisiones de NOx	Reducción de emisiones					●							

* Si la empresa que oferta el producto cumple esta norma, implica que la organización ha integrado una sistemática para identificar, controlar y mejorar de manera continua los aspectos ambientales de todos sus productos y/o servicios, con lo cual se asegura que su producto es eficiente.

Fuente: Normativa Nacional e Internacional, Métodos de Certificación
Elaboración: Grupo de Tesis

2.4 Eficiencia Energética en Cuenca

En el país el sector residencial es el tercer mayor consumidor de energía después del sector transporte y la tendencia histórica indica que esta situación no va a variar de manera significativa para el año 2020, por lo tanto es necesario cambiar las formas de construcción en el país con la finalidad de reducir el consumo de energía durante la operación de la edificación. Una de las causas porque el sector residencial es un gran consumidor de energía es la presencia de subsidios a la electricidad y al GLP, que han hecho que los constructores prefieran economizar en la inversión inicial de las viviendas para resolver el problema del confort en etapas posteriores usando equipos de alto consumo energético. ^[68]

Según el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable Ecuatoriano (MEER), el Balance energético nacional revela que el sector residencial usa un 60% de Gas Licuado de Petróleo (GLP), 30% de electricidad y 10% de leña, con lo que se observa que existe un gran porcentaje de consumo de gas licuado y electricidad, siendo datos importantes para esta investigación pues algunos de los usos finales que se les da son el calentamiento de agua e iluminación artificial, temas en los que nos enfocaremos.

En el sector residencial de la ciudad de Cuenca se ha producido una reducción anual de la intensidad energética promedio del 2.3%, la cual relaciona la cantidad de energía requerida para una unidad de producto interno bruto (PIB), es decir valores más bajos indicarían un menor consumo energético. Esta reducción es un resultado positivo, en parte por las mejoras tecnológicas en los equipos eléctricos, los cuales generan un cambio del estilo de vida, preferencias de consumo y cambio en el uso de energía (Electricidad y GLP en lugar de otros tipos de fuentes, como la leña.) ^[70]

[70] Barragán, A., Ochoa, P., *Estudio de caso: Diseño de viviendas ambientales de bajo costo*. 2014. 5(1).

2.4.1 Demanda y consumo de energía eléctrica

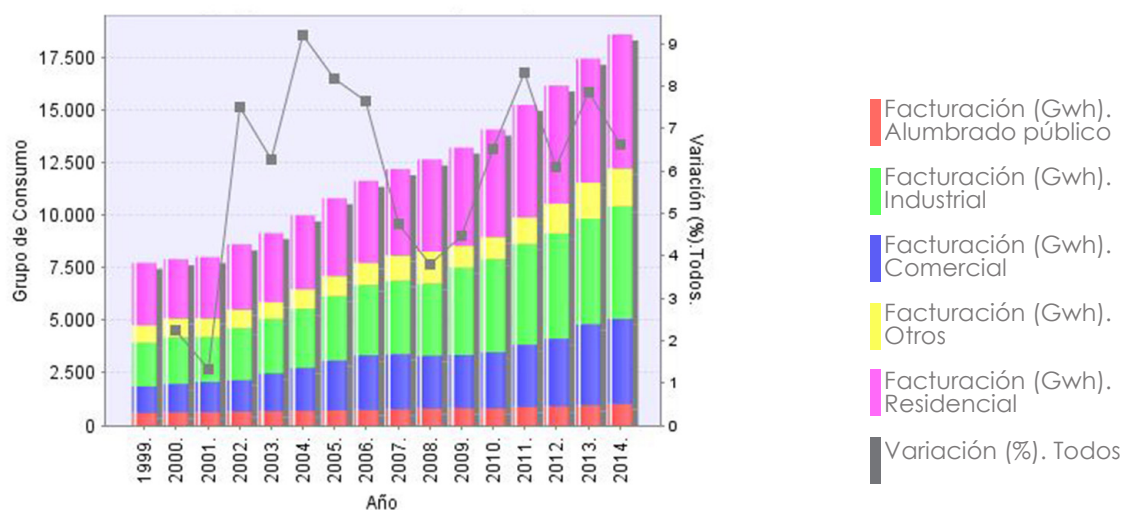
El Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC) determina que la energía eléctrica (Tabla 2.7) proviene mayormente de fuentes hidráulicas (49%) seguida de energía térmica (46%), la demanda anual de energía eléctrica en el sector residencial representa el 34% (graf 2.8), mientras que en la ciudad de Cuenca, este sector consume el 38% según la empresa CENTROSUR. (graf 2.9).

Tabla 2.7 Producción anual de energía eléctrica a nivel nacional, 2015.

PRODUCCIÓN ANUAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA A NIVEL NACIONAL (GWh)						
AÑO	Biomasa	Eólica	Hidráulica	Interconexión	Solar	Térmica
2014	399.47	59.2	8239.01	519.46	14.18	7723.22
2015*	15.64	24.55	4149.68	269.42	11.7	3961.89

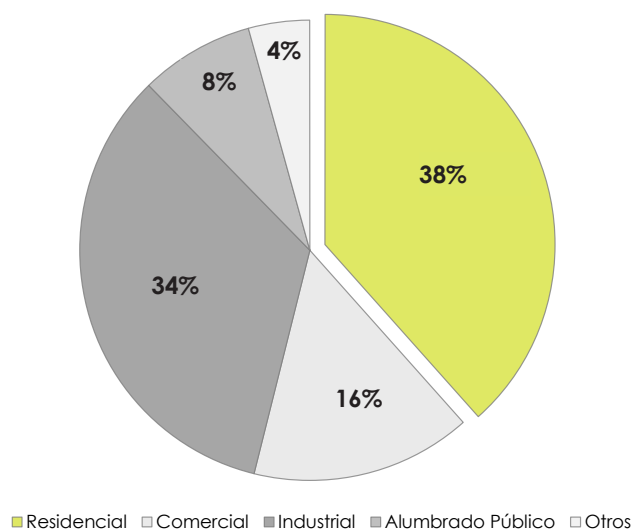
* Datos hasta el mes de Abril
Fuente: CONELEC.
Elaboración: Grupo de Tesis.

Gráfico 2.8 Demanda anual de energía eléctrica a nivel nacional por grupo de consumo (GWh), 2014.



Fuente: CONELEC

Gráfico 2.9 Energía eléctrica consumida por sectores (MWh), 2011.



Fuente: CENTROSUR
Elaboración: Grupo de Tesis

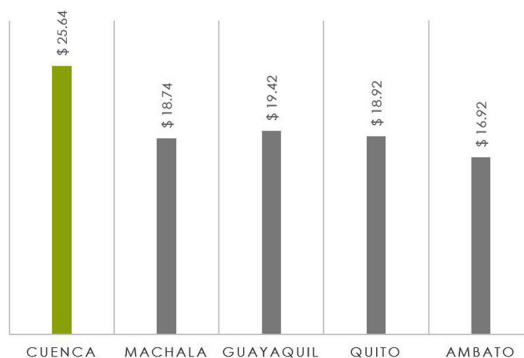


En el “Módulo de Información Ambiental en Hogares” realizado por el INEC, se detallan las prácticas de buen uso con respecto a distintos temas, uno de ellos el energético. En este módulo se tiene que en el año 2015, de los 23.9 millones de focos en uso, el 79.91% son ahorradores y el 1.4% son LED. Además que del total de hogares que disponen de energía eléctrica, el 99.98% utilizan focos, de los cuales el 90.78% corresponden a focos ahorradores.

Dentro de las prácticas de ahorro de energía eléctrica, 94.84% de hogares apagan los focos al salir de una habitación, el 85.71% aprovecha la luz del sol al abrir cortinas y persianas y el 74.57% desconecta aparatos eléctricos cuando no están siendo utilizados. Asimismo se tiene que en el país 2 de cada 10 hogares cuentan con un electrodoméstico eficiente energéticamente y al adquirir un nuevo producto el 29.27% de hogares se interesa por la etiqueta de eficiencia energética mientras que el 81.64% por el precio.

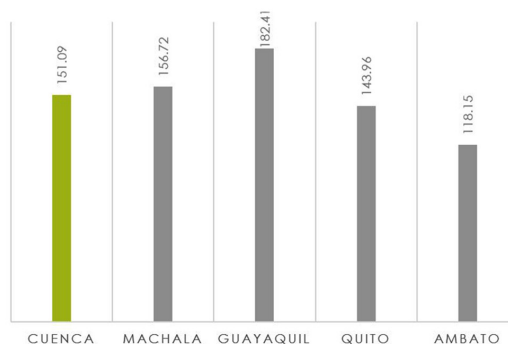
Según una investigación realizada en el año 2010, los usos finales de energía eléctrica en la ciudad representan entre el 12% al 19% para iluminación, siendo más notorio entre las 18h00 a 24h00, además en el día se presenta un uso de iluminación artificial con picos entre las 6H00 a 8h00 y a las 14h00. ^[7] Lo que nos indica que las viviendas están realizando gastos innecesarios de electricidad debido a problemas en los diseños de vivienda, como se puede verificar según datos del INEC tomados en el 2012, donde Cuenca es la primera ciudad en gasto energético y tercera en consumo de energía del Ecuador (graf 2.10, 2.11)

Gráfico 2.10 Gasto Mensual de energía por hogar, 2012



Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), 2012.
Elaboración: Grupo de Tesis.

Gráfico 2.11 Consumo de energía por hogar (kW), 2012



Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), 2012.
Elaboración: Grupo de Tesis.

2.4.2 Demanda y consumo de energía no renovable

En 1955 inició en Ecuador el uso de GLP como combustible para generar calor en el proceso de cocción de alimentos y calentamiento de agua en la mayoría de los hogares, a los cuales llega en prestaciones de cilindros domésticos de 15 Kg y que en la actualidad la cifra de consumo es de alrededor dos cilindros por vivienda. La producción nacional de GLP es aproximadamente el 20% de la demanda total del país, mientras que el 80% restante, se lo cubre mediante importaciones provenientes de Nigeria, Argentina, Perú, Panamá, México y EE.UU. ^[71]

[71] *El subsidio opaca el negocio del gas*. Líderes 2013 [citado el 2015 6 de junio de 2015].

Es importante recalcar que la demanda de agua caliente es un factor constante en los principales sectores geográficos y socio-económicos del país. La energía para esta demanda proviene parcialmente de GLP, en especial en los sectores de mayor poder adquisitivo que utilizan el 14.5% de GLP para este fin. A pesar del importante subsidio, los sectores de menores recursos no utilizan GLP para calentar agua; la principal fuente de energía para este fin proviene de electricidad, dado que el 95% de los hogares en el país, tienen acceso a energía eléctrica, y en zonas rurales el porcentaje es del 80%. Además en cuanto a la existente demanda de calefacción, se estima a futuro un posible aumento por tendencias de construcción liviana y mayor superficie vidriada, que aumenta la variación de temperatura interior y el potencial de sobrecalentamiento diurno y frío nocturno.^[6]

En Cuenca, la investigación de una maestría sobre usos finales de GLP, presenta que los valores correspondientes al Gas Licuado de Petróleo pertenecen del 2 a 3% para el calentamiento de agua.^[7]

2.4.3. Selección de los aspectos más relevantes para la evaluación energética en viviendas unifamiliares de Cuenca.

Siendo consistentes con el concepto de eficiencia energética, el cual manifiesta que se debe reducir la cantidad de energía requerida sin afectar la calidad de los servicios, es necesario realizar, además de los temas propios al consumo de energía, un análisis del confort térmico y el lumínico (pues corresponden de manera directa a los criterios de evaluación de envolvente e iluminación de la categoría energía). De tal manera que se produzca una reducción del consumo energético sin afectar las condiciones del ambiente interior.

De esta manera, se propone un listado de requerimientos con sus criterios de evaluación y sus respectivos indicadores (Tabla 2.8 y 2.9) para la evaluación energética de la fase de uso de viviendas unifamiliares, para el caso específico de la ciudad de Cuenca. Estos indicadores se determinan bajo la consideración de dos criterios; el primero que hace referencia a la factibilidad de su aplicación en la localidad, y el otro que responde a la existencia de normativa para la evaluación de cada indicador.

Requerimientos descartados:

Se ha decidido suprimir el requerimiento **equipos de climatización** debido a las condiciones del clima en Cuenca, ya que se estima una demanda muy limitada de ellos en residencias unifamiliares; además para viviendas de localidades de la sierra ecuatoriana con alturas entre



1700m y 3000m sobre el nivel del mar, la demanda de calefacción mecánica puede ser nula si se cuenta con el diseño bioclimático adecuado; no obstante, se debe mencionar que a futuro se prevé un posible aumento por tendencias constructivas y vidrio.^[6]

[72] Mogrovejo, W., Sarmiento, J., *Análisis de factibilidad técnica y económica en la implementación de energía fotovoltaica y termo solar para generación de electricidad y calentamiento de agua mediante paneles solares fijos y con un seguidor de sol de construcción casera, para una vivienda unifamiliar*, en Facultad de Ingeniería. 2011, Universidad de Cuenca: Cuenca, Ecuador.

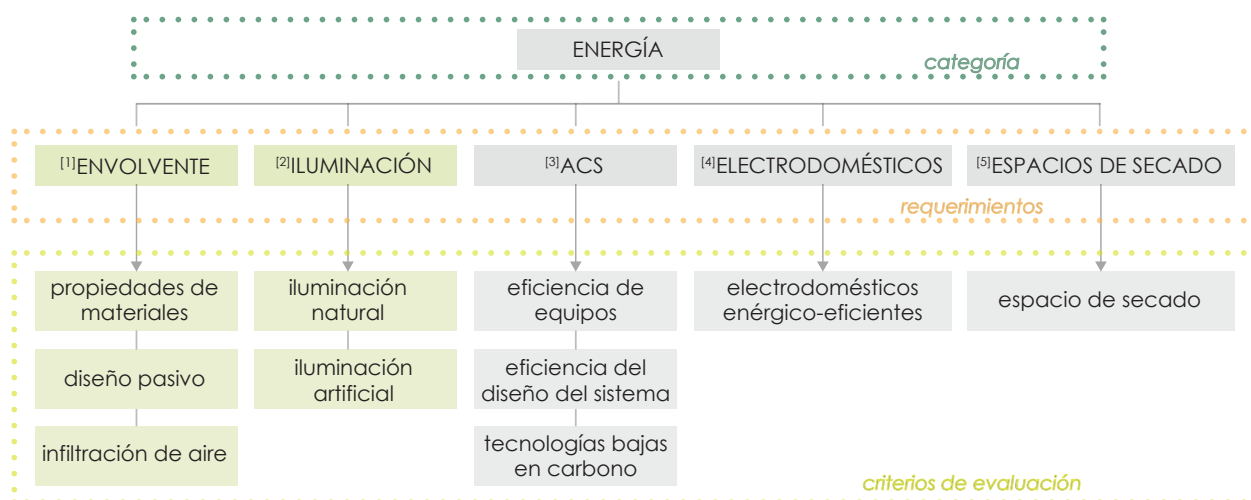
El requerimiento **energías renovables**, tampoco se toma en cuenta para la presente, pues en una investigación realizada en Cuenca se concluye con un análisis económico en donde los costes de equipos para la implementación de energía fotovoltaica aún se encuentran con valores elevados y adicionalmente la falta de incentivos para su uso, lo vuelven poco atractivo, pues implica la recuperación de la inversión inicial en tiempos casi triplicados al promedio de la vida útil de los equipos. ^[72] De la misma manera, emplear otro tipo de energía todavía no es una práctica habitual en el país ya que para el caso de paneles solares, según datos del INEC, indica que en los últimos años se ha reducido su instalación, desde 1.9% a 1.26%.

El requerimiento **Tasa de Emisión**, también se descarta, pues la reducción de emisiones de CO₂ y NO_x a las que se hace referencia en este, se relaciona únicamente con el emitido por calderas utilizadas en sistemas de calefacción mecánica, de uso frecuente en otros países. Sin embargo, en el ámbito local es pertinente considerar las emisiones que producen los calefones a gas, puesto que producen monóxido de carbono (CO), el cual es un gas que no se puede ver ni oler, pero puede causar la muerte cuando se lo respira en niveles elevados; por lo tanto se lo analizará en el criterio correspondiente a la eficiencia de los equipos del requerimiento ACS.

Requerimientos y criterios a considerar:

Dentro de la categoría energía se han considerado 5 requerimientos y sus respectivos criterios de evaluación, los cuales fueron seleccionados del análisis previo de las certificaciones. (graf. 2.12).

Gráfico 2.12 Requerimientos y criterios a considerar en Cuenca.



Fuente: Métodos de Evaluación
Elaboración: Grupo de Tesis.

De los 5 requerimientos seleccionados, se hace especial énfasis en los de envolvente e iluminación pues constituyen el objetivo del presente trabajo, ya que en ellos puede intervenir el diseño arquitectónico como estrategia para reducir el consumo de energía, sin embargo se han considerado también otros tres como son el de ACS, electrodomésticos y espacio de secado por su factibilidad de aplicación en Cuenca

Dentro del requerimiento **envolvente** (tabla 2.8), se despliegan los criterios:

-Propiedades de materiales, donde se consideran los indicadores como:

- Factor U (transmitancia térmica), definido como la cantidad de transmisión de calor en una unidad de tiempo a través del área de un material o elemento constructivo, inducida por la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior. ^[73]
- SHGC (Solar Heat Gain Coefficient), coeficiente expresado como la relación entre la transmisión directa e indirecta de radiación solar a través de una abertura, con respecto a la radiación incidente externa. ^[73]

[73] American Society of Heating, R.a.A.-C.E., Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings, in ASHRAE 90.1 2007.

-Diseño pasivo, en el que se evalúan aspectos como:

- Orientación y emplazamiento, definidos como la dirección y ubicación de las fachadas con respecto al Norte. ^[73]
- Factor forma, cuya relación se basa en el área de la envolvente y el volumen incluido por la misma. ^[69]
- Efecto de elementos de sombra, es decir el porcentaje de sombra sobre superficies vidriadas.
- Ganancia solar, definida como el porcentaje entre la superficie de ventanas y el área total de fachada. ^[68]

-Infiltración de aire, donde se evalúa la hermeticidad de la envolvente.

Dentro del requerimiento **iluminación**, se despliegan los criterios:

-Iluminación natural, que se enfoca principalmente a la presencia de iluminación natural en baños.

-Iluminación artificial, el cual evalúa tanto la iluminación interna como externa de la vivienda, mediante indicadores mínimos de eficacia de las lámparas y el uso de dispositivos que contribuyan a disminuir el consumo como sensores de luz.



Tabla 2.8 Selección de Indicadores para la evaluación energética

REQUERIMIENTOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	INDICADORES	REGULACIÓN	VALOR A CUMPLIR
ENVOLVENTE	Propiedades de materiales	Factor U	NEC 11. CAP 13	Fachadas en contacto con el aire. Max=1,8 W/m ² K
				Cerramientos en contacto con el terreno. Max=1,8 W/m ² K
				Medianeras. Max=2,5 W/m ² K
				Cubiertas en contacto con el aire. Max=1,5 W/m ² K
				Ventanas y lucernarios. Max=5,7 W/m ² K
		SHGC	CERTIFICACIÓN LEED, NORMA ICC	≤0,4 Para una zona climática 4*
	Infiltración de aire	Tasa de infiltración	LEED	4.87 m ³ /min por m ² de ventana o puerta, para zona climática 4*
	Diseño pasivo	Orientación y emplazamiento	NEC 11. CAP 13	Fachadas principales con orientación Este-Oeste o con inclinación de 23°
		Factor Forma	INEN	0.5<f<0.8
		Efecto de elementos de sombra	NEC 11. CAP 13	En climas cálidos se recomienda elementos de sombra, en climas fríos se debe favorecer la incidencia de la radiación sobre las superficies vidriadas.
		Ganancia Solar CGS. Porcentaje de ventanas (sv/sf)	NEC 11. CAP 13	Max = 40% (N-S)
				Max = 35% (NO-SO-NE-SE)
				Max = 30% (E-O)
ILUMINACIÓN	Iluminación natural	Iluminación natural del baño principal	CERTIFICACIÓN QUALITEL	El baño principal cuenta con iluminación natural
	Iluminación artificial	Presencia de sensores de luz	CERTIFICACIONES LEED Y BREEAM	Cuenta con sensores de luz para luminarias externas
		Eficacia luminosa de las lámparas: Lm/W e índice de reproducción cromática	CERTIFICACION BREEAM	mín 75% de luminarias internas presenten una eficacia luminosa > 55 lm/W y IRC >60
				el 100% de luminarias externas presenten una eficacia luminosa >= 50 lm/W y IRC >60
				Lámparas externas con calificación mínima B

* Según la distribución de zonas climáticas de la norma ICC 2012 - tabla C301.3 (2) Definición de Zonas Climáticas Internacionales. Se toma la zona 4, pues es la única a la que nuestro clima se ajusta, de acuerdo al rango de CDD10°C ≤ 2500 y HDD18°C ≤ 3000 que se estipula en la misma para localidades fuera de la cobertura de los Estados Unidos. Se recurre a esta, pues no existe normativa nacional.

Fuente: Normativa Nacional e Internacional, Métodos de Certificación
Elaboración: Grupo de Tesis

En los requerimientos restantes (tabla 2.9), agrupados como complementarios para fines del presente estudio, se encuentran temáticas como el de **ACS**, donde se evalúan los criterios concernientes al uso de equipos eficientes (calefones) así como de los sistemas de instalación (tuberías), además del uso de tecnologías bajas en carbono, lo que implica el aporte de energías renovables, como por ejemplo, mediante el uso de calentadores solares. En el de **electrodomésticos** se considera el etiquetado de eficiencia energética de los mismos y es un criterio propio de los usuarios, pero importante de mencionar, pues una selección inapropiada de electrodomésticos causa un mayor consumo. Y en cuanto al requerimiento **espacio de secado**, este hace alusión a la presencia de un espacio con las características necesarias de diseño para el secado de ropa, con el fin de evitar el uso de equipos mecánicos que representen un mayor consumo de energía.

Tabla 2.9 Aspectos complementarios para la evaluación energética

REQUERIMIENTOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	INDICADORES	REGULACIÓN	VALOR A CUMPLIR	
ACS	Eficiencia de Equipos	Eficiencia térmica de equipos para el calentamiento de agua	CERTIFICACIÓN LEED	Mín = Calentador de agua ENERGY STAR, o eficiencia térmica mayor 0,9	
	Eficiencia del diseño del sistema	Rendimiento del sistema (Reducir demanda)	CERTIFICACIÓN LEED	Longitud max 13m para tuberías de 1/2"	
	Tecnologías bajas en carbono	Contribución mínima anual de energía renovable	NEC 11.CAP 13	Aislamiento de las tuberías	
ELECTRODOMÉS-TICOS	Electrodo-mésticos energético-eficientes	Verificar que los electrodomésticos cuenten con etiqueta de eficiencia energética	CERTIFICACIONES	Electrodomésticos con etiqueta de EE, clase A, A+, B	
ESPACIO DE SECADO	Espacio de secado	Contar con un espacio eficiente para el secado de ropa	CERTIFICACIÓN BREEAM	Metraje total mínimo de tendal =6m	
				Altura tendal mínimo= 1.5m	
				Tramo más corto de tendal= 1m	
				Protegido de inclemencias del tiempo	
				Ventilado naturalmente	
				Protegido de vistas externas	
CONFORT	Confort térmico	Temperatura	NEC-11	18-26°C	Dormitorio Padres
					Sala
	Confort lumínico artificial	Niveles de iluminancia (lux)	BREEAM	150-300 lux	Cocina
				150 lux	Estudio
				50-300 lux	Sala
					Comedor
				100 lux	Domitorio padres
					Domitorio 1
					Domitorio 2
					Domitorio 3
	Confort lumínico natural	Niveles de iluminación (FLD)		Mínimo 1,6%	Cocina
					Sala/Comedor
					Dormitorio Padres

Fuente: Normativa Nacional e Internacional, Métodos de Certificación
Elaboración: Grupo de Tesis

Además en la tabla 2.9 se consideran los estándares de confort térmico y lumínico, con el fin de garantizar que las estrategias de eficiencia energética contribuyan a la comodidad de los usuarios. Ante esto se tiene que la temperatura ambiente se regirá a la NEC-11 y los niveles de iluminación (natural y artificial) se cumplirán de acuerdo a BREEAM, puesto que la normativa nacional no cuenta con estándares para edificaciones residenciales.



2.5 Análisis del clima de Cuenca. Factores y elementos climáticos

[74] Rodríguez, M., *Introducción a la arquitectura bioclimática*, ed. Limusa, 2008, México.

[75] Pourrut, P., en *Los Climas del Ecuador - Fundamentos Explicativos*. 1983: Quito, Ecuador.

Los “elementos” que caracterizan al tiempo o al clima son variables físicas mensurables, son propiedades físicas de la atmósfera, que además se encuentran en constantes cambios debido a que se ajustan a ciclos dinámicos donde la alteración de cualquier variable afecta al resto. [74] Estos elementos varían bajo la influencia de “factores” los cuales son agentes que influyen y/o modifican el comportamiento de cada uno de los elementos del clima.[75]

2.5.1 Estudio de los factores climáticos de Cuenca

Latitud: 2° 54'0.14 “ S

Longitud: 79° 0'23.84 “ O

Altura sobre el nivel del mar: 2530 msnm

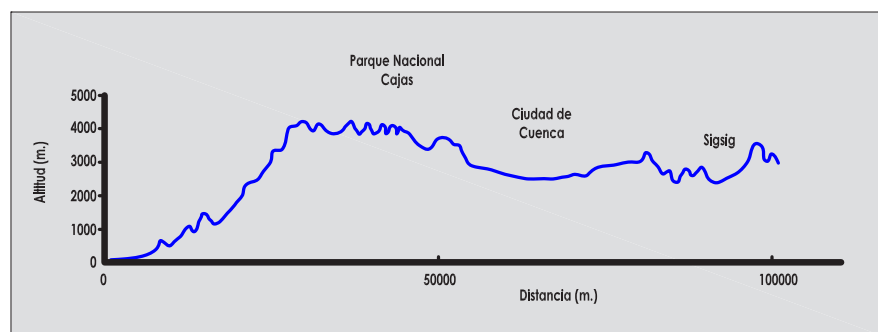
[76] *Una Diagnósis en 9 puntos para el centro histórico*. 2015: Cuenca.

[77] *Guía de Arquitectura - Cuenca*. 2007, Junta de Andalucía: Cuenca.

[78] *Atlas de la Provincia del Azuay*. 2007: Cuenca.

La altitud del suelo es uno de los factores que más contribuyen a la modificación del clima, pues según el INAMHI, la temperatura desciende aproximadamente tres grados centígrados por cada 500m de altura. En el Azuay, el 50% de la provincia se encuentra entre 2500 a 3500 msnm de altitud, mientras que Cuenca, su capital, presenta una altura de 2530 msnm. En el gráfico 2.13 se muestra el perfil del terreno en una sección con dirección noroeste a sureste donde se observa el Cajas como la zona de mayor altitud.[76-78]

Gráfico 2.13 Perfil del terreno de la provincia dirección noroeste a sureste



Fuente: Atlas de la Provincia del Azuay, 2007

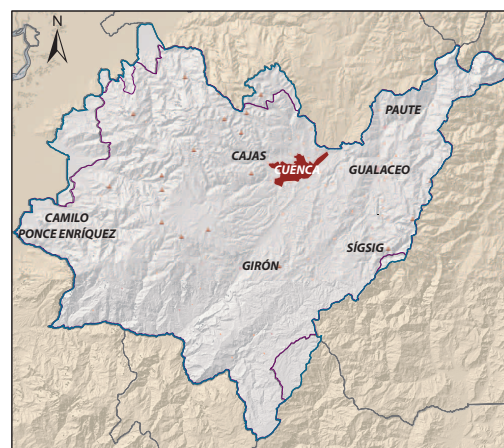
Factor orográfico

Las incidencias de este factor en el clima se debe por la disposición y altitud de los relieves geográficos.^[79] Nuestra ciudad se caracteriza por la presencia de la cordillera de los Andes, conformada por dos cadenas montañosas paralelas que pasan por la provincia en dirección noreste a sur-oeste, y están unidas entre sí por nudos (cadenas montañosas). Estas conexiones configuran hoyas, en las que se desarrollan valles interandinos donde se asientan los centros poblados de Sigüig, Gualaceo, Paute, Yunguilla, Girón y Cuenca. (graf. 2.14)

[79] Cordero, X., Guillén, V., *Criterios bioclimáticos para el diseño de viviendas unifamiliares en la ciudad de Cuenca*, in Facultad de Arquitectura y Urbanismo. 2012, Universidad de Cuenca.

El punto más alto de la provincia se localiza en el Cajas aproximadamente a 4500msnm. En tanto el punto de menor altura se encuentra en la ciudad de Ponce Enríquez.^[78]

Gráfico 2.14 Mapa de Relieve de la provincia del Azuay.



Fuente: Atlas de la Provincia del Azuay, 2007

Topografía

En la ciudad de Cuenca las pendientes se califican como débiles. En el área urbana el suelo presenta pendientes que oscilan entre 0-15%. Se identifican tres terrazas (graf. 2.15): Al norte, la colina de Culca. La segunda, comprendida por el centro histórico y delimitada por un fuerte accidente geográfico, "El Barranco" del río Tomebamba, que alcanza los 20 metros en su zona más alta. Y a su orilla sur, se sitúa la tercera terraza conocida como El Ejido.^[77]

Asimismo se tiene que a disposición topográfica incide sobre los vientos, la radiación solar recibida y el porcentaje de reflexión de las superficies.^[79]

Gráfico 2.15 Terrazas de la ciudad de Cuenca



Fuente: "Una diagnosis en 9 puntos para el Centro Histórico", GAD Municipal de Cuenca



Hidrografía: Cuenca se encuentra atravesada por cuatro ríos: El río Tomebamba recorriendo la ciudad en sentido oeste-este, dividiéndola en dos sectores; mientras que por el noreste de la urbe fluye el río Machángara, y por el costado sur los ríos Yanuncay y Tarqui. Finalmente estas cuatro vertientes se unifican al sureste de la ciudad conformando el río Cuenca (Tabla 2.10)

Tabla 2.10 Hidrografía superficial de Cuenca

RÍOS	Long. (Km)	Recorrido a través de la ciudad	Características
TOMBAMBA	36	oeste a este	Se origina en las lagunas del Cajas
YANUNCAY	33,7	oeste a este	Se origina en las lagunas del Cajas
TARQUI	32,8	por el costado sur	Se une al Yanuncay y luego confluye al Tomebamba
MACHÁNGARA	42,5	por el noreste	Se convierte en el río Cuenca afluente al río Paute

Fuente: Atlas del Azuay, Guía de Arquitectura de Cuenca
Elaboración: Grupo de Tesis

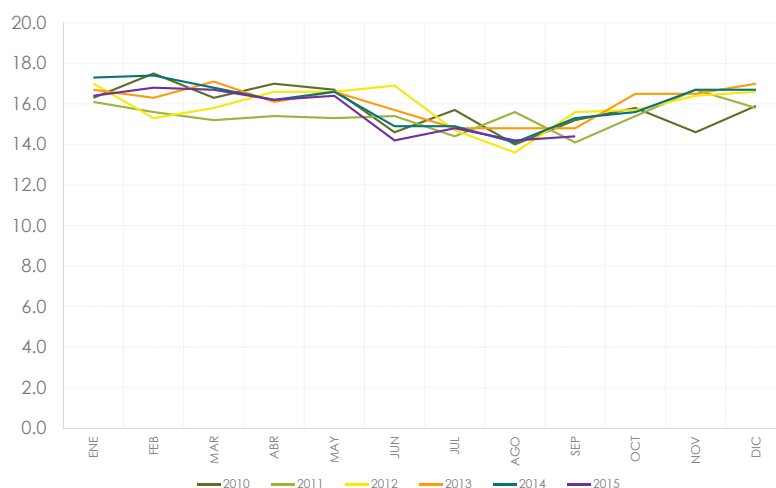
Vegetación y fauna

La vegetación influye directamente en la temperatura, humedad, incidencia de radiación sobre la superficie y en el porcentaje de energía que se refleja. ^[79] En Cuenca, se clasifica en la zona de suelo desnudo, que refiere a una escasa vegetación ya que se trata de un área urbanizada. Sin embargo, se percibe en los márgenes de ríos cierta cantidad de vegetación sobretodo en áreas alejadas a la zona urbana. ^[78] Los elementos analizados corresponden a los obtenidos por la estaciones meteorológicas del Centro de Estudios Ambientales de la Universidad de Cuenca (CEA), Sayausí y del aeropuerto "Mariscal Lamar".

2.5.2. Estudio de los elementos climáticos de Cuenca

Temperatura ambiente: En la ciudad de Cuenca (graf 2.16) se registra una temperatura promedio de 15.8°C en los últimos seis años. Los meses de Enero a Marzo registran las temperaturas más altas, siendo 17.5 °C la temperatura más alta registrada en los últimos 6 años, correspondiente a Febrero de 2010. Entre Junio y Septiembre se han registrado en cambio las temperaturas más bajas, teniendo 13.6°C en Agosto de 2012.

Gráfico 2.16 Temperatura ambiente (°C) , 2015.

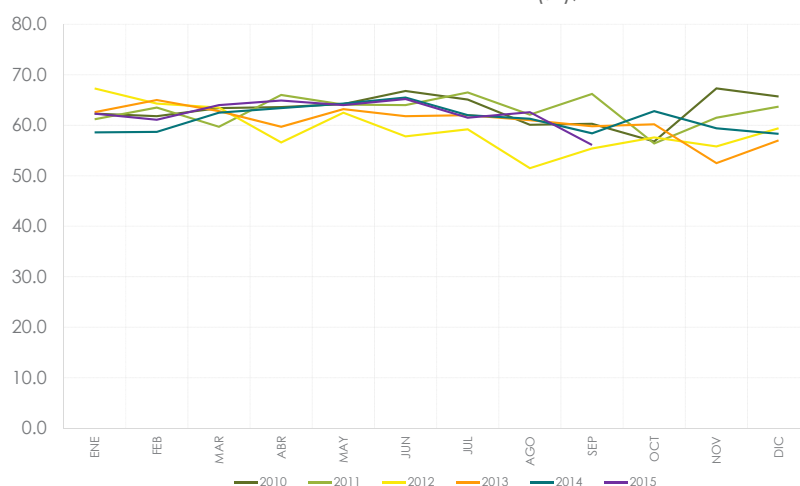


* Datos hasta el mes de Septiembre/2015
Fuente: Centro de Estudios Ambientales de la Universidad de Cuenca, período 2010-2015
Elaboración: Grupo de Tesis.

Andrea E. Calle B. / Jessica M. Ortiz F.

Humedad Relativa: Se tiene que la humedad relativa promedio en los últimos seis años es de 62.4%. El gráfico 2.17 indica que los meses comprendidos entre Junio y Octubre corresponden a los valores más bajos de humedad relativa, relacionándose con los meses más fríos mencionados anteriormente; mientras que a partir de Noviembre dichos valores incrementan hasta principios de cada año. Se tiene que el valor máximo registrado corresponde a Noviembre de 2010 con 67.3% y el valor mínimo corresponde a Agosto de 2012 con 51.5%.

Gráfico 2.17 Humedad Relativa(%), 2015.

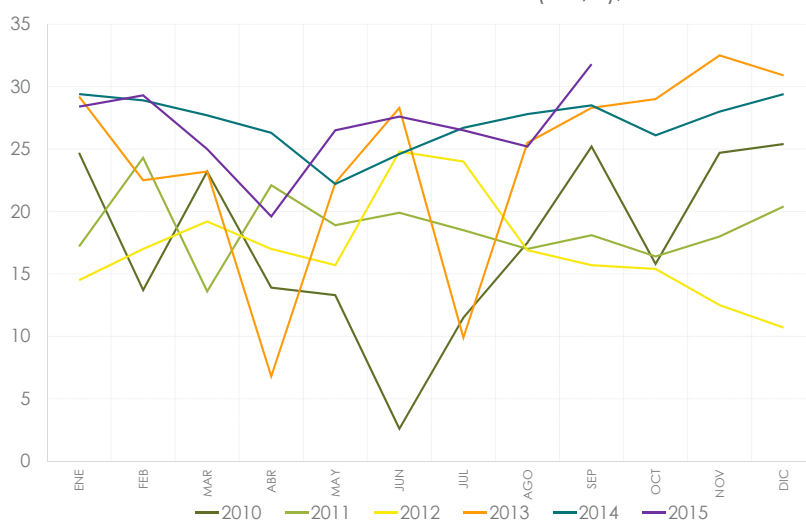


* Datos hasta el mes de Septiembre/2015

Fuente: Centro de Estudios Ambientales de la Universidad de Cuenca, período 2010-2015
Elaboración: Grupo de Tesis.

Velocidad y dirección del viento: La velocidad del viento en nuestra ciudad se ve representada en el gráfico 2.18, donde se observa que la velocidad más baja registrada corresponde al mes de Mayo en 2010, con 2.6 km/h y la máxima velocidad pertenece al mes de Noviembre de 2013 con 32.5 km/h. Al ser una gráfica irregular se dificulta determinar los periodos donde se presenta mayor o menor velocidad de viento, sin embargo el gráfico 2.19, nos presenta que la dirección de los vientos predominantes en el periodo mencionado, se manifiestan desde el Este, teniendo de esta manera una referencia más clara para el momento de actuar o diseñar con dispositivos que requieran de viento.

Gráfico 2.18 Velocidad del viento (Km/h), 2015.

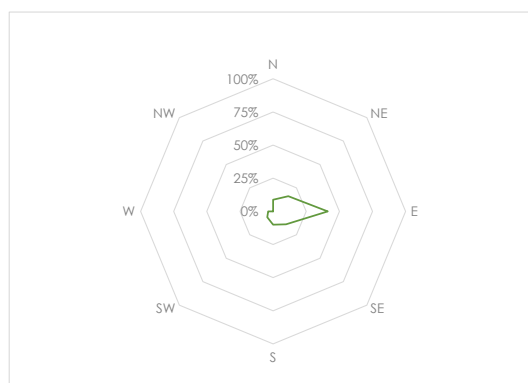


* Datos hasta el mes de Septiembre/2015

Fuente: Centro de Estudios Ambientales de la Universidad de Cuenca, período 2010-2015
Elaboración: Grupo de Tesis.



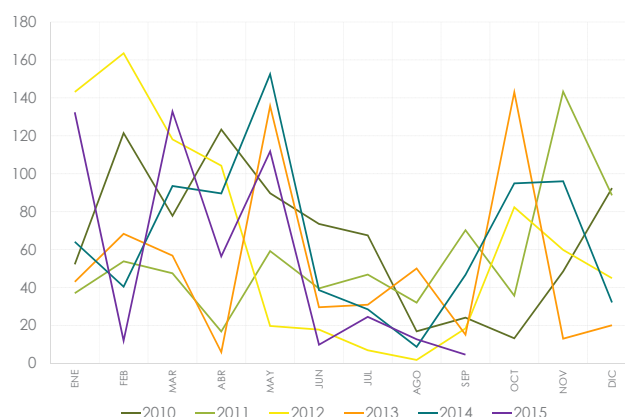
Gráfico 2.19 Rosa de los vientos, 2015.



* Datos hasta el mes de Septiembre/2015 Fuente: Centro de Estudios Ambientales de la Universidad de Cuenca, período 2010-2015
Elaboración: Grupo de Tesis.

Precipitación: Los datos registrados durante el periodo 2010-2015, muestran picos desde 1.8mm en el mes de Agosto de 2012 a 163.5mm en Febrero del mismo año (graf 2.20). Además se observa un periodo lluvioso entre Enero a Mayo y entre Septiembre a Noviembre; mientras que se observa un periodo seco comprendido entre Junio y Agosto.

Gráfico 2.20 Precipitación (mm), 2015.



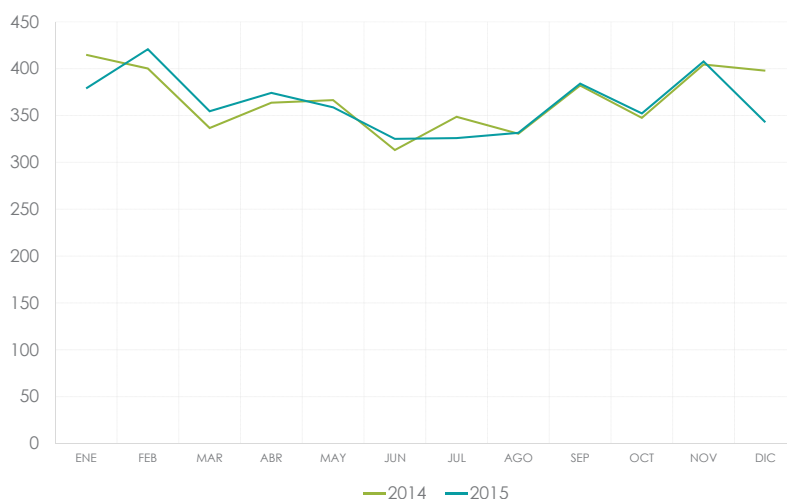
* Datos hasta el mes de Septiembre/2015
Fuente: Centro de Estudios Ambientales de la Universidad de Cuenca, período 2010-2015
Elaboración: Grupo de Tesis.

Radiación Global: La radiación global es la suma de la cantidad recibida directamente del disco solar más la difusa. En los últimos dos años para Cuenca, esta radiación ha sido constante, siendo los meses de septiembre a enero los que más radiación registran y teniendo a Junio como el mes que menos radiación global recibe (graf 2.21)

Radiación Difusa: La radiación difusa es aquella recibida en la superficie terrestre después que su dirección ha cambiado por la dispersión en la atmósfera. En Cuenca, (graf 2.22) en los últimos dos años se observan series que varían, puesto que por ejemplo en el año 2014 se observa en marzo una radiación menor a 200 Wh/m², mientras que en el mismo mes del año 2015 se tiene un incremento sobre los 300 Wh/m². Se tiene que los meses de noviembre, diciembre, marzo y abril de 2015, son los

que presentan valores superiores a los 300 Wh/m²; el año 2014 estos no superan los 240 Wh/m² y los meses más radiación difusa corresponden a enero y febrero con valores entre 300 Wh/m² y 350 Wh/m². Los valores mínimos igualmente varían; en el 2015 los meses con menor cantidad de radiación son junio y agosto, con valores menores a los 190 Wh/m², mientras que en el año 2014, el mes de marzo y el periodo entre julio y diciembre, se mantienen bajo los 200 Wh/m².

Gráfico 2.21 Radiación Global Wh/m², 2014-2015.



* Datos hasta el mes de Septiembre/2015

Fuente: Centro de Estudios Ambientales de la Universidad de Cuenca, período 2010-2015
Elaboración: Grupo de Tesis.

Gráfico 2.22 Radiación Difusa Wh/m², 2014-2015.



* Datos hasta el 10 de Diciembre/2015

Fuente: Estación Meteorológica de Sayausí.
Elaboración: Grupo de Tesis

[76] *Una Diagnósis en 9 puntos para el centro histórico*. 2015: Cuenca.

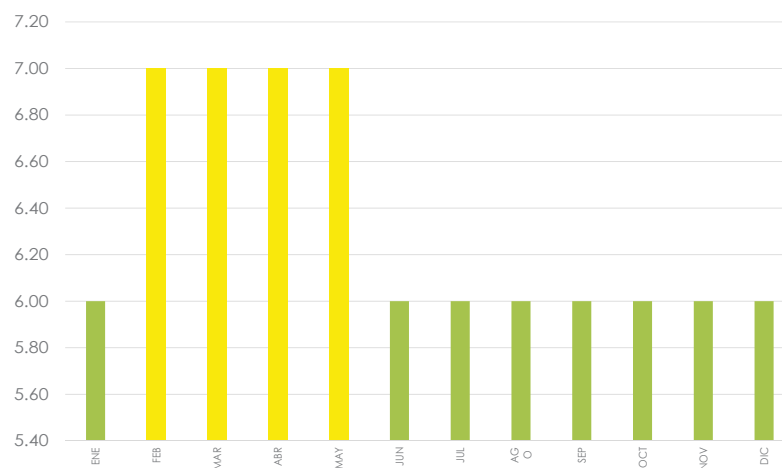
[77] *Guía de Arquitectura - Cuenca*, 2007, Junta de Andalucía: Cuenca.

[78] *Atlas de la Provincia del Azuay*, 2007: Cuenca.



Nubosidad: En el gráfico 2.23 se muestran los niveles de nubosidad promedio en Cuenca, obteniendo valores mayores en el periodo febrero-mayo (7/8 octas), mientras que el resto del año se observa un nivel correspondiente a 6/8 octas.

Gráfico 2.23 Nubosidad Promedio (1977-2009) de la ciudad de Cuenca.



Fuente: Estación Meteorológica del Aeropuerto Mariscal Lamar.
Elaboración: Grupo de Tesis

2.6 Conclusiones

- Debido al gasto energético actual que se observa en el mundo, se hace imprescindible la búsqueda de nuevas alternativas para conseguir un mejor uso de la energía en todos los campos. En las edificaciones, la fase de uso sería la de mayor importancia, debido a que dentro del ciclo de vida posee el período de tiempo más largo, siendo el que registra un mayor consumo energético.
- El sector residencial es punto importante para el planteamiento de criterios sobre eficiencia energética, ya que es uno de los principales consumidores de energía. Y al observar que la mayor parte del sector residencial en la ciudad está conformado por viviendas unifamiliares, se decide enfocar el estudio a esta tipología.
- Del estudio de los cinco métodos de evaluación se determina una estructura jerárquica, que consiste en Categoría, Requerimientos y Criterios de evaluación, para los últimos se establecen variables con sus respectivos indicadores que finalmente permiten evaluar cada criterio.
- En el estudio, se observa la relevancia de la categoría energía; la agrupación de sus requerimientos y la identificación de sus respectivos criterios, permite determinar los que sí son aplicables para Cuenca, esto con base en la normativa nacional existente y a la factibilidad de los mismos.
- La aplicación de estrategias enfocadas a los requerimientos de envolvente térmica e iluminación, ha demostrado el mejoramiento de las condiciones de confort al interior de la vivienda con un importante ahorro energético.
- Falta implementar normativa nacional ya que la NEC e INEN no abarcan algunos aspectos importantes para evaluar las viviendas, tales como:
 - SHGC (coeficiente de ganancia térmica solar), pues no existe una norma que permita conocer y determinar el valor correspondiente a cada tipo de vidrio.
 - Iluminación artificial para vivienda, no se presentan los valores necesarios de iluminancia, eficiencia energética

de instalación y el tipo de dispositivos que se pueden utilizar para ahorrar el consumo eléctrico para iluminación exterior (sensores, temporizadores, etc.)

-ACS, no se dispone de estándares que permitan calificar la eficiencia de los calentadores de agua.

-Y en espacio de secado, hace falta regulaciones que determinen los rangos óptimos para dicho espacio.

- A pesar de que se haya observado una reducción de la intensidad energética en la ciudad, esta es pequeña, pero puede ser más significativa con la aplicación de diseños arquitectónicos eficientes.
- No es suficiente la información existente de Cuenca respecto al consumo energético. Por tanto es importante la aplicación de encuestas que permitan obtener un mayor conocimiento sobre el comportamiento de los usuarios respecto a la eficiencia energética, para de esta manera proponer estrategias más coherentes a la realidad Cuencana.
- El clima de Cuenca, muestra muchos elementos que podrían aprovecharse en las edificaciones, como una alta radiación que serviría para la captación de energía solar, además el conocimiento de los meses más fríos y calurosos, así como la humedad, permiten plantear mejoras en la vivienda para mejorar la calidad de vida respecto a estas condicionantes.

LEVANTAMIENTO DE UNA MUESTRA DE VIVIENDAS EN CUENCA



3.1 Metodología para la Evaluación del consumo energético

- 3.1.1 Encuestas
- 3.1.2 Mediciones
- 3.1.3 Monitorización
- 3.1.4 Simulaciones
- 3.1.5 Descripción general de las 5 viviendas de estudio
- 3.1.6 Indicadores y metodología

3.2 Evaluación del consumo energético: Resultados

- 3.2.1 Resultados
- 3.2.2 Discusión de Resultados

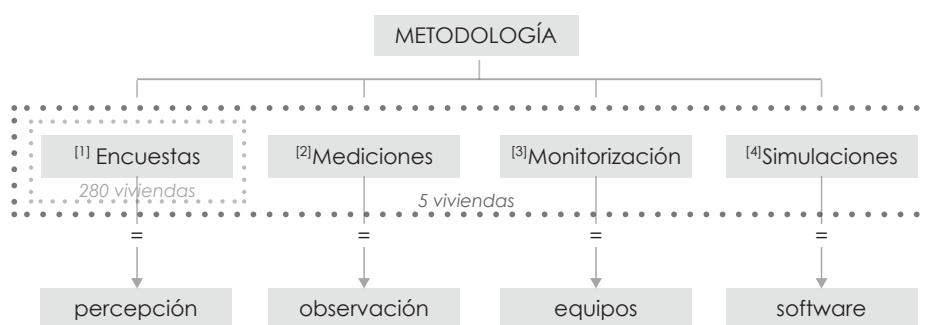
3.3 Conclusiones



3.1 Metodología para la evaluación del consumo energético de Cuenca.

Para la evaluación del consumo energético de viviendas en la ciudad, se plantea hacer un levantamiento de información a través de encuestas, mediciones, monitorizaciones y simulaciones, (graf. 3.1).

Gráfico 3.1 Metodología para la evaluación del consumo energético.



Elaboración: Grupo de Tesis

Las encuestas (Anexo 1 y 2), se dividen en dos grupos. El primero corresponde a una muestra representativa de la ciudad de 280 viviendas y el segundo a una de 5 viviendas. Esta última muestra, busca una dispersión geográfica a la vez que se obtiene resultados más detallados con relación al consumo y confort, puesto que en ellas se realiza la medición, monitorización y simulación de datos.

Este estudio se enfoca principalmente en la evaluación del consumo energético por iluminación y demanda por calefacción en envolvente de una vivienda unifamiliar en Cuenca. Estos parámetros, tanto iluminación como envolvente, juegan un papel muy importante en el diseño arquitectónico y por lo tanto son razón de este estudio. Adicionalmente, también se analizan algunos requerimientos que se consideran aplicables para Cuenca, como son: ACS, espacios de secado y electrodomésticos, pues también influyen en el consumo de energía pero no se profundizan.

La información recolectada se obtiene mediante la colaboración con el proyecto de Investigación "Método de la certificación de la construcción sustentable de la vivienda" [42]

3.1.1 Encuestas

Las encuestas se realizan en el área urbana de Cuenca, en una muestra de 280 viviendas, considerando las 15 parroquias del cantón. Para ello, se elabora un modelo de encuesta que luego es ejecutada por la empresa consultora ADVANCE, y se obtienen los datos requeridos. La cantidad de encuestas está en función de la distribución por nivel socioeconómico y del número de viviendas que existen en cada parroquia. (ver Anexo 1)

Además, se toma otra muestra menor, conformada por 5 viviendas, en las cuales se realiza un estudio más específico del tema energético, mediante el empleo de encuestas donde se efectúan preguntas principalmente en torno a los requerimientos de iluminación y envolvente, así también, se consideran otras relacionadas al tema de consumo de electrodomésticos, al uso de energías alternativas y al comportamiento de los usuarios dentro de la vivienda, las cuales proporcionan información adicional que contribuye a aclarar el panorama que se analiza. (ver Anexo 2)

Todas las preguntas incorporadas fueron tomadas de distintas investigaciones como se muestra en la tabla 2.4; así, se consideran las relacionadas al consumo energético, a características de la vivienda y electrodomésticos, a los miembros del hogar y su situación socio-económica.

3.1.2 Medición

En las cinco viviendas, los levantamientos arquitectónicos o mediciones realizadas (ver anexo 3), permiten conocer datos por observación en dormitorios, baños y lavandería. Además se cuantifica los dispositivos lumínicos, clasificándolos según su tipo (incandescentes, fluorescentes o Led) y estos a la vez según su potencia (W) y temperatura de color (K). En iluminación natural se levantó los elementos acristalados en cubierta, cielo raso y fachadas.

Conjuntamente se especificó el tipo, color y espesor de los materiales para luego con la ayuda de un software, conocer sus propiedades además de los niveles de reflectancia de las estancias. (ver Anexo 8)

3.1.3 Monitorización

La monitorización de variables ambientales y físicas para la muestra de viviendas se realiza durante un periodo de una semana en el mes de Octubre (debido a que en esta fecha se pudo adquirir y disponer del equipo necesario). Dentro del monitoreo se contemplan las variables de temperatura interior, humedad relativa interior, niveles de radiación solar y consumo eléctrico, como se indica en la tabla 2.3, dentro del aspecto de condiciones climáticas internas y externas.

Los espacios designados para la ubicación de equipos son el dormitorio principal y sala, en el primer caso debido a que es uno de los espacios más utilizados en una vivienda, y en el segundo, por ser el espacio más amplio, pues generalmente es abierto, permitiendo agrupar sala, comedor y estar (en algunos casos) dentro de un mismo espacio.



Los equipos que se utilizan (ver Anexo 5), consisten en sensores que registran datos ambientales (cada 30 minutos) y eléctricos (cada hora).

Para los ambientales se tiene:

- Caja de integración con instalación (procesador), donde se registra y graba las acciones de los sensores de temperatura (°C), humedad relativa (%) y radiación solar (w/m²) (piranómetro).

Además de estos, se obtienen los datos de las mismas variables: temperatura, humedad y radiación; pero correspondientes al ambiente exterior, registrados por las estaciones meteorológicas más cercanas a cada una de las viviendas que se analizan.

Los sensores se colocaron en el centro de cada espacio, separados de luminarias y a alturas que eviten la manipulación de estos por parte de quienes habitan las viviendas.

Para los datos eléctricos:

- Kit contador instantáneo de electricidad, que consta de un mini sensor, un transmisor y un monitor inalámbrico, con el cual se registra el consumo eléctrico en tomacorrientes e iluminación

La instalación eléctrica de las viviendas está conformada por circuitos exclusivos de iluminación y tomacorrientes (110 voltios). Los sensores se colocaron en la matriz de estos circuitos en el tablero de distribución.

Además la monitorización realizada nos muestra los rangos de temperatura dentro de cada vivienda para determinar si se encuentran dentro de la franja de confort, la cual debería estar entre 18°C y 26°C según el capítulo 13 de la NEC-11.

3.1.4 Simulaciones

Para las simulaciones de la muestra de viviendas, se emplea el software AUTODESK® ECOTECT® Analysis, 2011 versión educativa; basado en el Método de las Admitancias desarrollado por el Chatered Institute of Building Service Engineers (CIBSE).

Se decide usar este software, ya que en base a un estudio realizado por el INER en el año 2013, donde se evaluaron cerca de 130 herramientas de simulación basándose en una valorización de características comunes, se rescató un grupo de 8 programas, dentro del cual se encuentra el software ECOTECT, cuyas características principales son poseer un interfaz de modelización 3D, permitiendo la exportación de datos CAD/DXF, con extensivas funciones: solares, térmicas, de iluminación, acústicas y presupuestarias.^[80]

[80] Alvear, A. *Herramientas para evaluación energética en edificaciones*. 2015. INER.

El esquema de simulación considera las siguientes variables:

- Demanda energética anual de toda la vivienda; se calcula la demanda por calefacción y refrigeración.

- Análisis del comportamiento térmico (temperatura interior y humedad relativa) de los espacios: sala-comedor y dormitorio principal (los mismos espacios considerados en el monitoreo, para poder realizar una comparación).
- Análisis lumínico de toda la vivienda y de los espacios: sala-comedor, dormitorio principal. Se obtiene los indicadores FLD (Factor luz día) y Lux (iluminancia).
- Análisis de sombras: porcentaje total en superficies acristaladas en cada fachada, calculada en las fechas correspondientes a solsticios y equinoccios.
- Cálculo del Factor U de la envolvente, se considera para los elementos: cubierta, cielo raso, paredes, ventanas, puertas, pisos y claraboyas.

3.1.5 Descripción general de las 5 viviendas de estudio

Las cinco viviendas unifamiliares en las que se realizará un estudio más específico, fueron escogidas por la tipología constructiva predominante en la localidad, donde según datos del INEC es la comprendida por viviendas de dos pisos con cubierta inclinada y cerramiento de ladrillo; además se las selecciona por su ubicación, donde se busca una dispersión geográfica en la ciudad (graf. 3.2)

Gráfico 3.2 Mapa de ubicación de las 5 casas estudiadas.



Elaboración: Grupo de Tesis

Los espacios marcados con color (sala, dormitorio) son los que se analizarán en cada caso.



VIVIENDA N° 1

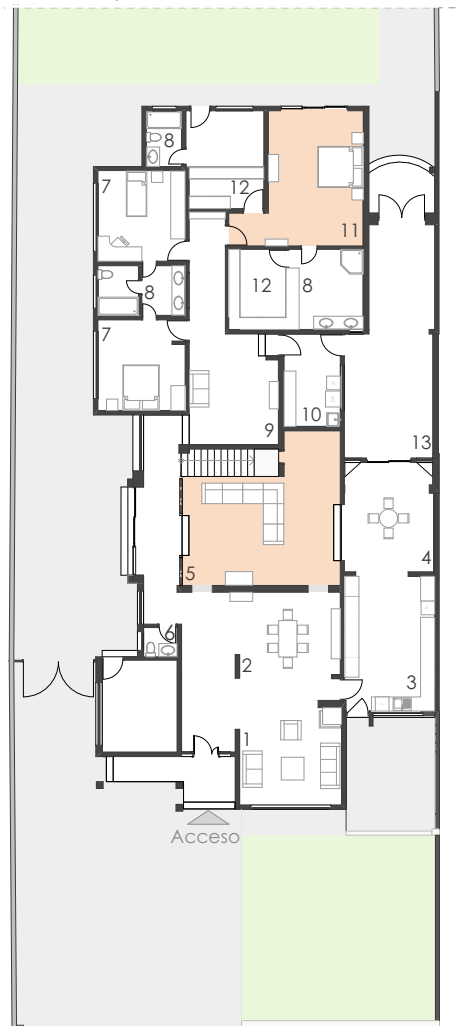
Emplazamiento escala 1:5000 	Sector: Río Amarillo Área del terreno: 1248 m ² Área de construcción: 499.73 m ² Edad de vivienda: +10 años Número de habitantes: 4 Número de habitaciones: 4 Materiales predominantes: -Paredes: Ladrillo Enlucido -Pisos: Piso Flotante -Carpintería: Vidrio, aluminio, madera -Cubierta: Madera, teja cerámica	Imagen 
---	--	--

PLANTAS ARQUITECTÓNICAS:

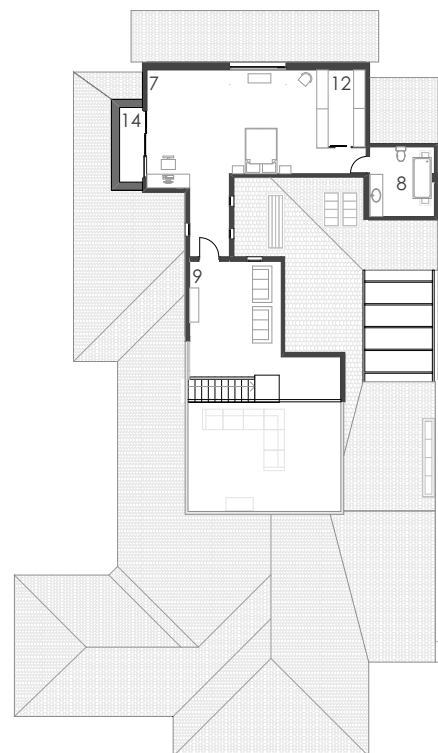
LEYENDA

1. Sala
2. Comedor
3. Cocina
4. Desayunador
5. Sala de estar, principal
6. Baño social
7. Dormitorio
8. Baño completo
9. Sala de estar
10. Lavandería
11. Dormitorio principal
12. Vestidor
13. Patio interno (cubierto)
14. Balcón

PLANTA BAJA



PLANTA ALTA





1m 5m 10m
0



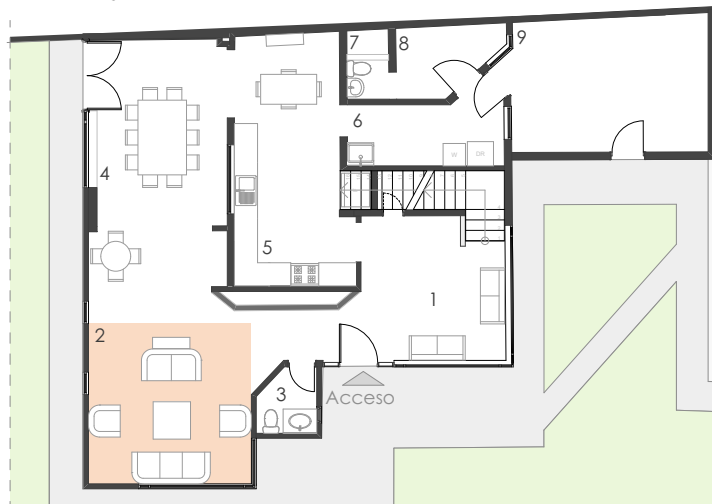


VIVIENDA N° 2

Emplazamiento 	Sector: Don Bosco	Imagen 
	Área del terreno: 657.36 m ² Área de construcción: 323.70 m ² Edad de vivienda: +10 años Número de habitantes: 3 Número de habitaciones: 4 Materiales predominantes: -Paredes: Ladrillo visto y enlucido -Pisos: Piso Flotante, cerámica -Carpintería: Vidrio, madera -Cubierta: Acero, teja cerámica	

PLANTAS ARQUITECTÓNICAS:

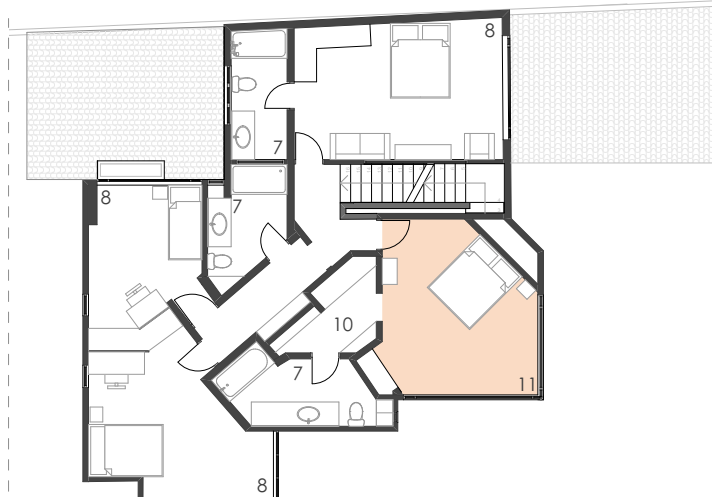
PLANTA BAJA



LEYENDA

1. Sala
2. Comedor
3. Baño social
4. Comedor
5. Cocina
6. Lavandería
7. Baño completo
8. Dormitorio
9. Espacio de secado
10. Vestidor
11. Dormitorio principal

PLANTA ALTA




0 1m 5m 10m





VIVIENDA N° 3

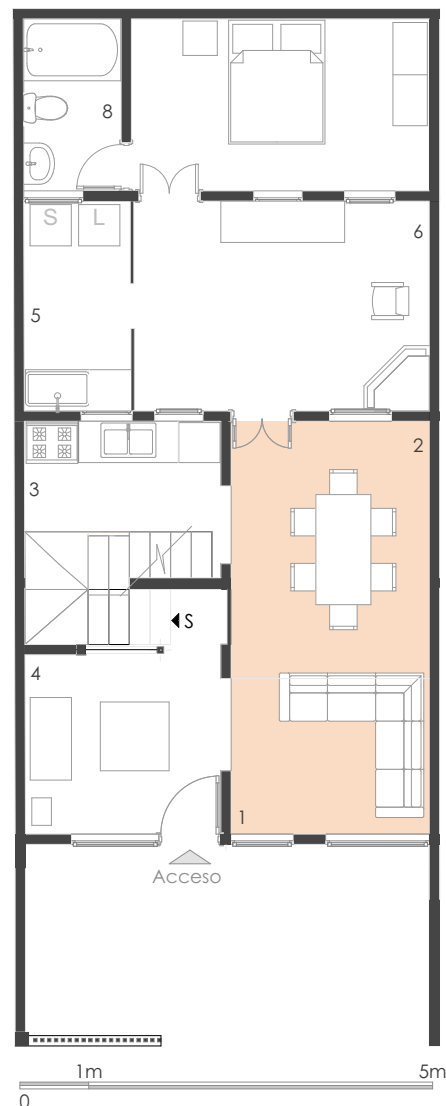
Emplazamiento 	Sector: Los Triguales Área del terreno: 93.29 m ² Área de construcción: 100.1 m ² Edad de vivienda: +10 años Número de habitantes: 3 Número de habitaciones: 3 Materiales predominantes: -Paredes: Ladrillo visto -Pisos: Ladrillo, madera -Carpintería: Vidrio, madera, aluminio -Cubierta: Acero, fibrocemento	Imagen 

PLANTAS ARQUITECTÓNICAS:

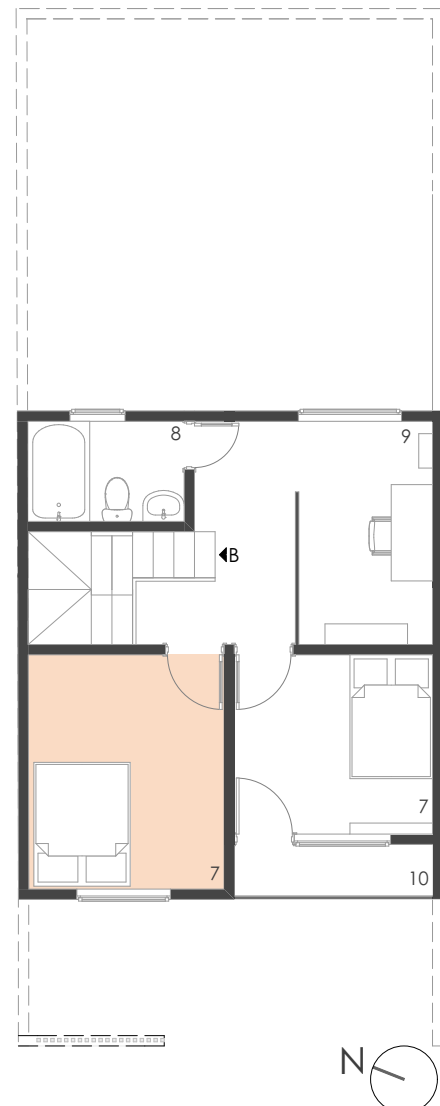
LEYENDA

1. Sala
2. Comedor
3. Cocina
4. Vestíbulo/Sala de estar
5. Lavandería
6. Patio interno (cubierto)
7. Dormitorio
8. Baño completo
9. Estudio
10. Balcón

PLANTA BAJA

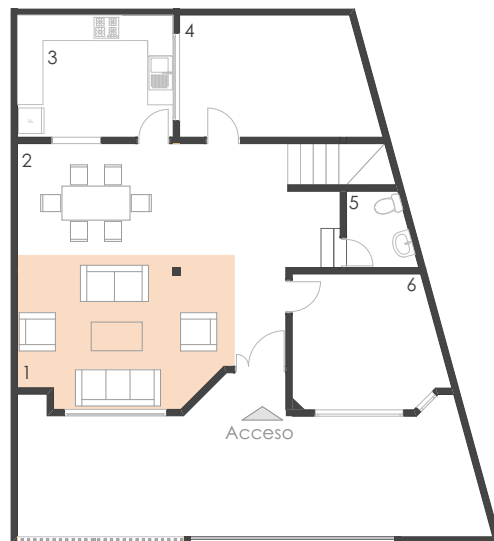


PLANTA ALTA

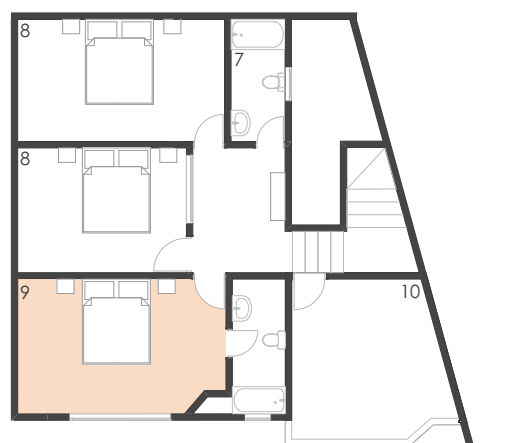


Emplazamiento	escala 1:5000	Sector:	Totoracocha	Imagen
	<p>Área del terreno: 123.08 m²</p> <p>Área de construcción: 165.51 m²</p> <p>Edad de vivienda: +10 años</p> <p>Número de habitantes: 5</p> <p>Número de habitaciones: 3</p> <p>Materiales predominantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Paredes: Ladrillo Enlucido -Pisos: Cerámica -Carpintería: Vidrio, madera, aluminio -Cubierta: Acero, fibrocemento 			

PLANTA BAJA



PLANTA ALTA



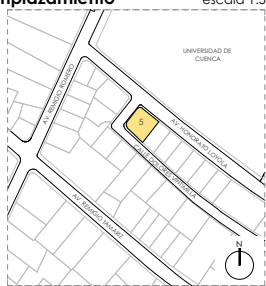

A horizontal number line starting at 0 and ending at 10m. There is a tick mark at 1m and another at 5m.



1. Sala
2. Comedor
3. Cocina
4. Lavandería
5. Baño social
6. Estudio
7. Baño completo
8. Dormitorio
9. Dormitorio principal
10. Balcón



VIVIENDA N° 5

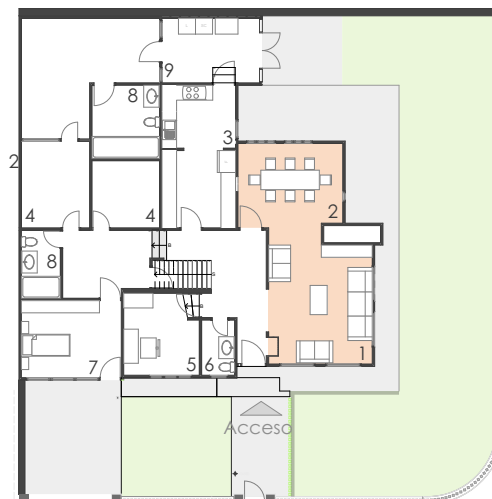
Emplazamiento 	Sector: Universidad de Cuenca Área del terreno: 402.45 m ² Área de construcción: 282.05 m ² Edad de vivienda: +10 años Número de habitantes: 4 Número de habitaciones: 4 Materiales predominantes: -Paredes: Ladrillo. -Pisos: Madera, cerámica. -Carpintería: Vidrio, hierro -Cubierta: Madera, teja cerámica	Imagen 
---	---	--

PLANTAS ARQUITECTÓNICAS:

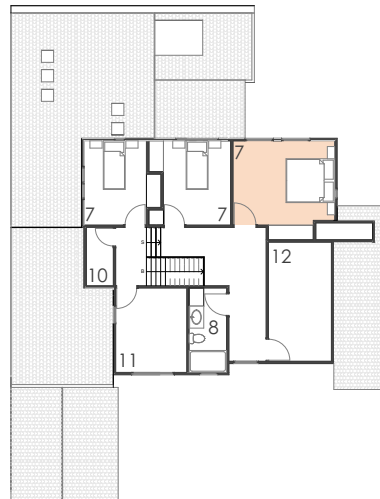
LEYENDA

1. Sala
2. Comedor
3. Cocina
4. Cuartos vacíos
5. Estudio
6. Baño social
7. Dormitorio
8. Baño completo
9. Lavandería
10. Bodega
11. Oratorio
12. Buhardilla

PLANTA BAJA



PLANTA ALTA



1m 5m 10m
0



3.1.6 Indicadores y Herramientas

Los indicadores que se miden están especificados en las Tablas 3.1 y 3.2, los mismos que fueron previamente seleccionados como factibles para las condiciones de la ciudad de Cuenca, las cuales en su mayoría se pueden evaluar bajo las exigencias expuestas en la normativa local existente. Sin embargo, se debe acotar que la evaluación del criterio Infiltración de aire, constituye una limitación para la presente investigación, pues no se cuenta con el equipo necesario para este fin.

Tabla 3.1 Indicadores y herramientas de medición para envoltente e iluminación.

	INDICADORES	HERRAMIENTAS		
		Fórmula / Ecuación	Procedimiento	
REQUERIMIENTOS	Factor U	U (W/m ² K)	El valor será obtenido del cálculo en un software de simulación	NEC-11
	SHGC	SHGC ventanas		LEDD
	Tasa de infiltración m ³ /min por m ² de ventana o puerta	La infiltración de aire se mide con equipos.	Mediante equipo BlowerDoor 1) Verificar los requerimientos del sistema para la instalación de los programas de medición y registro de datos. 2) Armar el sistema de medición con los equipos y elementos correspondientes 3) Realizar pruebas del sistema computarizado 4) Crear un reporte de prueba	
	Orientación y emplazamiento	Se orientará la edificación de acuerdo a las necesidades de ganancia o protección solar y de ventilación, calidad de aire y aislamiento acústico. Para la zona ZT3 se recomienda que las fachadas principales tengan orientaciones Este y Oeste, ya que maximizan la ganancia solar directa en la mañana y en la tarde.	Por datos obtenidos mediante levantamiento	NEC-11
	Factor Forma	f= S/V f= factor forma S= Superficie del edificio (m ²) V= Volumen encerrado por la superficie total del edificio (m ³)	Cálculo a través de la fórmula. Datos previamente tomados en los levantamientos de campo	INEN 2506: 2009
	Efecto de elementos de sombra	Porcentaje de sombra que generan los elementos	Mediante el software de simulación, determinar el porcentaje de sombra que generan los elementos sobre las superficies acristaladas	NEC-11
	Ganancia solar	Porcentaje de ventanas en relación con la fachada sv= superficie de ventanas (m ²) sf= superficie total de fachada (m ²) sv/sf	Cálculo de área de ventanas en relación a cada fachada	NEC-11
	Iluminación natural del baño principal	Por observación		QUALITEL
	Presencia de sensores de luz en espacios exteriores	Las luminarias deberán estar controladas mediante equipos de apagado automático	Los elementos serán cuantificados en sitio. Por datos obtenidos mediante levantamiento.	LEED-BREEAM
	Eficacia luminosa de las lámparas: Lm/W e índice de reproducción cromática	Por observación de especificaciones en luminarias		BREEAM
ILUMINACIÓN	Consumo de electricidad por iluminación	Kwh	Equipo: Contador instantáneo de electricidad. Se acopla el sensor al cable fase del cuadro eléctrico y el equipo graba las acciones de consumo.	

Fuente: Métodos de Evaluación y Normativas nacionales e internacionales.
Elaboración: Grupo de Tesis



Tabla 3.2 Indicadores y equipos de medición para requerimientos complementarios.

REQUERIMIENTOS	INDICADORES	MEDICIONES Y EQUIPOS			
		Fórmula / Ecuación		Medición	
ACS	Eficiencia de equipos	Verificar que la vivienda cuente con equipos de eficiencia térmica del calentador de agua (mayor a 0,9)		Por encuestas	LEED
	Rendimiento del sistema (Reducir demanda)	Longitud del ramal más largo de las tuberías desde el calentador de agua (m)		Por levantamiento y encuestas	
	Contribución mínima anual de energía renovable	Porcentaje de aporte de energía renovable			
ELECTRODOMÉSTICOS	Verificar que los electrodomésticos cuenten con etiqueta de eficiencia energética	Verificar que los electrodomésticos cuenten con una etiqueta de eficiencia energética y serán cuantificados en sitio		Por encuestas y levantamiento	
	Consumo de electricidad	Kwh		Equipo: Contador instantáneo de electricidad.	
				Se acopla el sensor al cable fase del cuadro eléctrico y el equipo graba las acciones de consumo.	
ESPACIO DE SECADO	Contar con un espacio eficiente para el secado de ropa	Verificar la presencia y dimensiones de un espacio de secado, según los criterios especificados en BREEAM ES.		Por encuestas	BREEAM
Confort Térmico	Temperatura y humedad relativa interna	Uso de equipos. Kit de medición de parámetros ambientales.		Equipo: Caja de integración con sensores de temperatura y humedad relativa	
				Se colocan los sensores en los ambientes y el equipo graba los datos monitoreados.	
	Temperatura y humedad relativa externa	Datos obtenidos de las estaciones meteorológicas.		Datos tomados de las estación meteorológica más cercanas a cada vivienda que se analiza.	
Confort Lumínico	Reflectancia de colores	Por observación		En el levantamiento se determinan los diferentes colores de las superficies. (Este dato se usa para la aplicación de la fórmula en el siguiente punto)	NEC-11
	Niveles de iluminancia	$Em = \frac{N * \phi_L * \mu}{S} * d$	E=Nivel de iluminación	Cálculo a través de la fórmula. Datos previamente tomados en los levantamientos de campo	
			N= número de lámparas		
			ϕ_L = Flujo de lámparas por luminaria en lúmenes		
			d= Factor de mantenimiento		
			μ = Factor de utilización		

Fuente: Métodos de Evaluación y Normativas nacionales e internacionales.
Elaboración: Grupo de Tesis

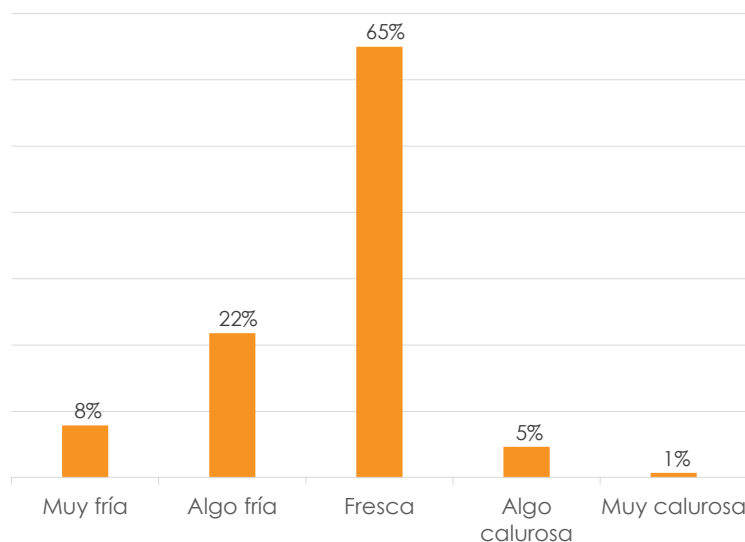
3.2 Resultados de la Evaluación del consumo energético de Cuenca

3.2.1 Muestra de 280 viviendas

- Encuestas (Envolvente)

La muestra de 280 viviendas refleja que el 65% de los encuestados consideran que sus viviendas son frescas, sin embargo el 8% indica que son muy frías (graf. 3.3). Además en el gráfico 3.4, se muestra que solamente el 2% de encuestados utiliza un mecanismo para calefacción de la vivienda, comprendido por el 20% que utiliza calefactor a gas y el 80% calefactor eléctrico portátil. De la misma manera supieron indicar que los meses que más utilizan dichos mecanismos son Julio, Agosto, Diciembre y de manera casual en los días que hace más frío. Y del 98% de personas que no utilizan mecanismos para calefacción, el 13% denotaron que sus viviendas la necesitan. (graf. 3.5).

Gráfico 3.3. Pregunta: Considera que la vivienda es:



Fuente: Resultados de encuesta para muestra de 280 viviendas: "Método de la Construcción Sustentable de viviendas".
 Elaboración: Grupo de Tesis



Gráfico 3.4. Pregunta: ¿Utiliza algún sistema de calefacción en su vivienda?, 2015.

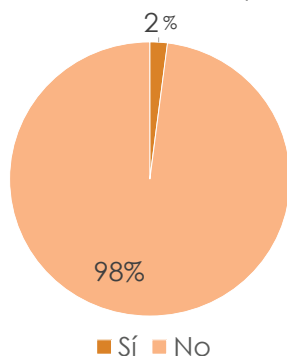
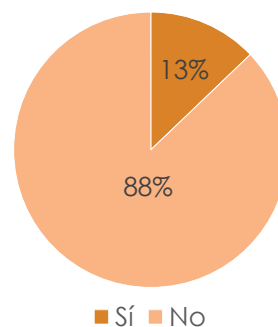


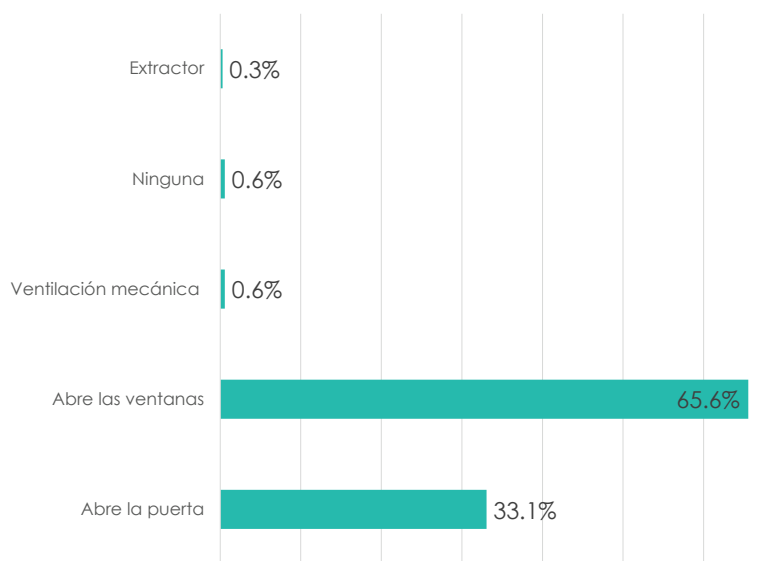
Gráfico 3.5. Pregunta: ¿Cree usted que necesita calefacción en su vivienda?, 2015.



Fuente: Resultados de encuesta para muestra de 280 viviendas: "Método de la Construcción Sustentable de viviendas".
Elaboración: Grupo de Tesis

Para la ventilación de las viviendas (graf. 3.6), el 65.6% abre las ventanas, mientras que porcentajes menores utilizan ventilación mecánica (0.6%).

Gráfico 3.6. Pregunta: ¿Qué tipo de mecanismo utiliza para la ventilación de la vivienda?



Fuente: Resultados de encuesta para muestra de 280 viviendas: "Método de la Construcción Sustentable de viviendas".
Elaboración: Grupo de Tesis

- Encuestas (Iluminación)

Dentro de las 280 viviendas, el 93% utiliza focos ahorradores, el 98% indica que apaga las luces al salir de una habitación y el 92.5% abre las cortinas, persianas, etc., para aprovechar la luz del día (graf. 3.7; 3.8; 3.9). Se tiene que el 41% de viviendas considera que todos los ambientes internos están bien iluminados solamente por luz natural (graf. 3.10). Mientras que el 5%, encuentra que ninguno de los espacios presenta una correcta iluminación natural. Además se observa que los espacios menos iluminados son los baños, estudios y lavanderías. En la ciudad el promedio de horas que la luz artificial permanece encendida es de 4.4 horas de lunes a viernes y 3.8 horas en los fines de semana.

Además como indica el gráfico 3.11, el 42.8% de viviendas no necesita iluminación artificial en las horas de la mañana, sin embargo el 17.3% y 33.3% la necesita desde las 5h00 y 6h00 correspondientemente. En las horas de la tarde hasta la noche, la mayoría de viviendas enciende los focos a partir de las 18h00, no obstante existe un porcentaje representativo que necesita iluminación artificial desde las 17h00. (gráf. 3.12).

Gráfico 3.7 Pregunta:
¿Utiliza focos
ahorradores en su
vivienda?, 2015.

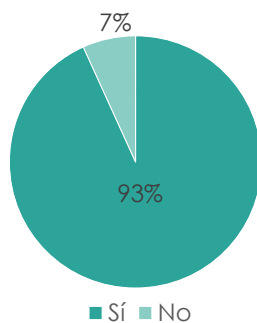


Gráfico 3.8. Pregunta:
¿Apaga las luces al salir
de una habitación?,
2015.

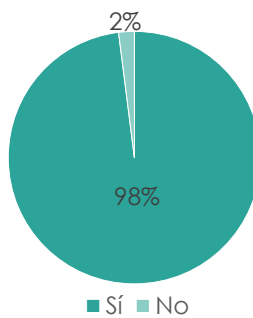
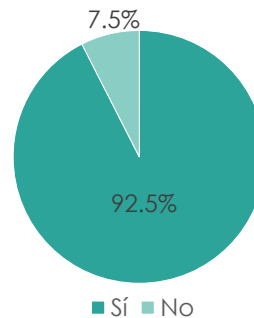
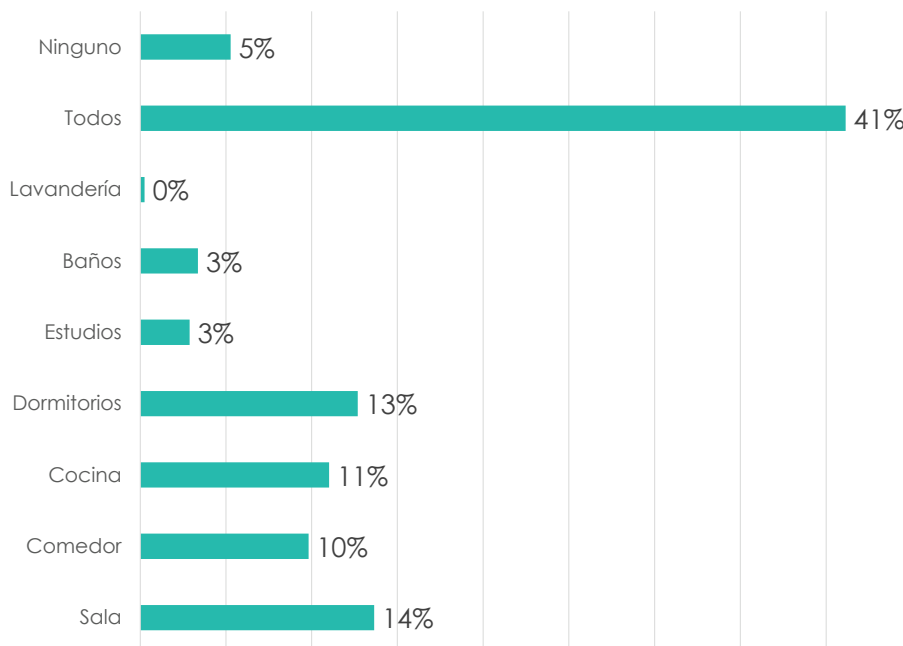


Gráfico 3.9 Pregunta:
¿Abre las cortinas
de las habitaciones
durante el día para
aprovechar la luz
natural?, 2015.



Fuente: Resultados de encuesta para muestra de 280 viviendas: "Método de la Construcción Sustentable de viviendas".
Elaboración: Grupo de Tesis

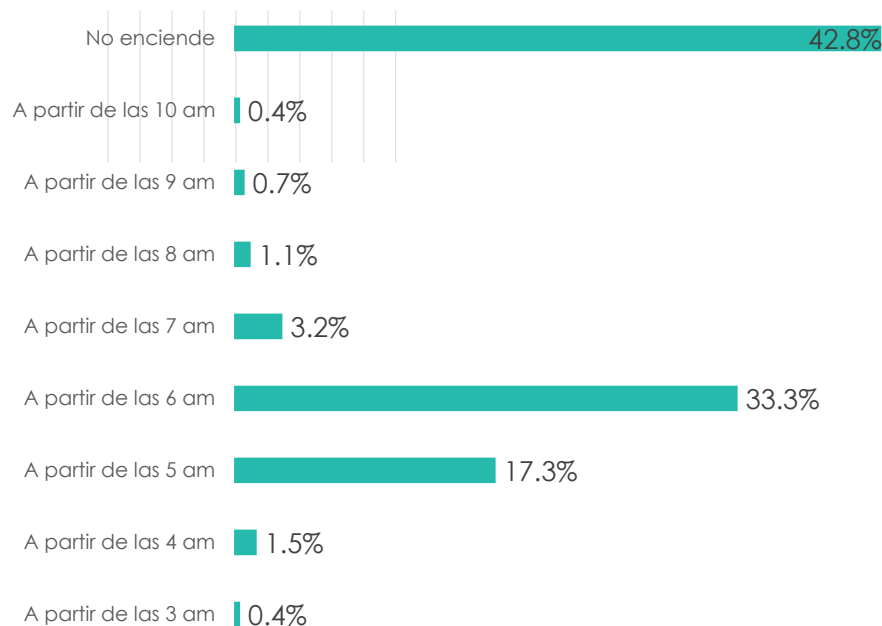
Gráfico 3.10. Pregunta: ¿Cuál de los siguientes ambientes considera que son iluminados adecuadamente solo por la luz del día?, 2015.



Fuente: Resultados de encuesta para muestra de 280 viviendas: "Método de la Construcción Sustentable de viviendas".
Elaboración: Grupo de Tesis

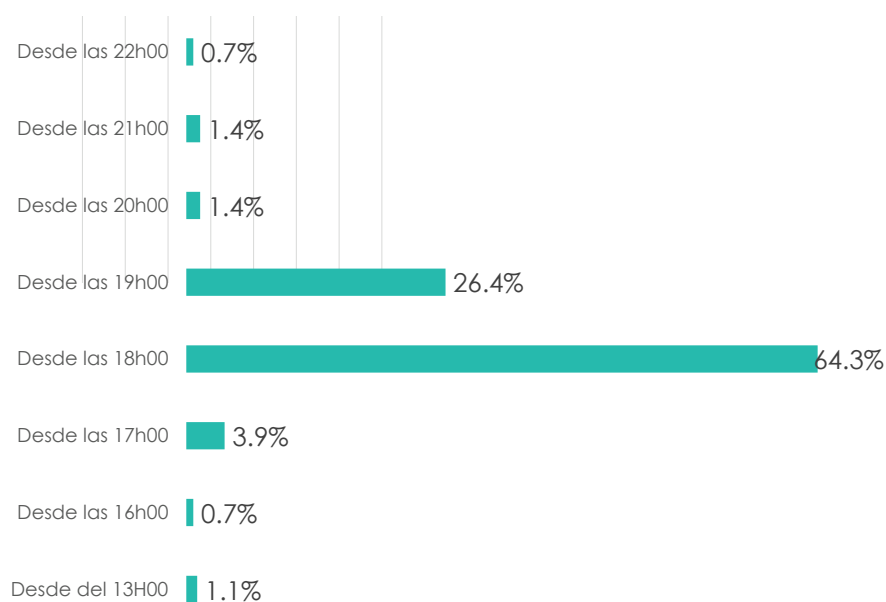


Gráfico 3.11. Pregunta: En la mañana ¿Desde qué hora es necesario encender los focos?, 2015.



Fuente: Resultados de encuesta para muestra de 280 viviendas: "Método de la Construcción Sustentable de viviendas".
Elaboración: Grupo de Tesis

Gráfico 3.12. Pregunta: En la tarde hasta la noche ¿Desde qué hora es necesario encender los focos?, 2015.

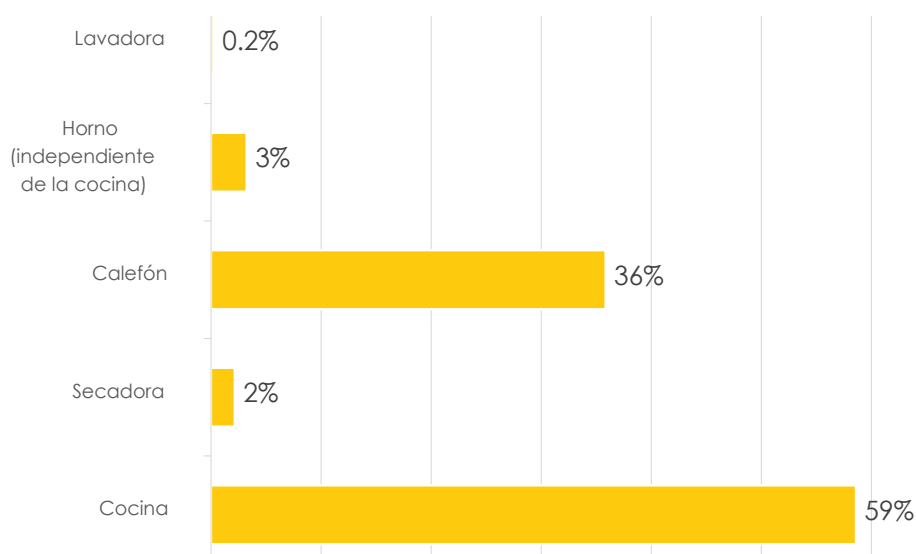


Fuente: Resultados de encuesta para muestra de 280 viviendas: "Método de la Construcción Sustentable de viviendas".
Elaboración: Grupo de Tesis

- Encuestas (Complementarios)

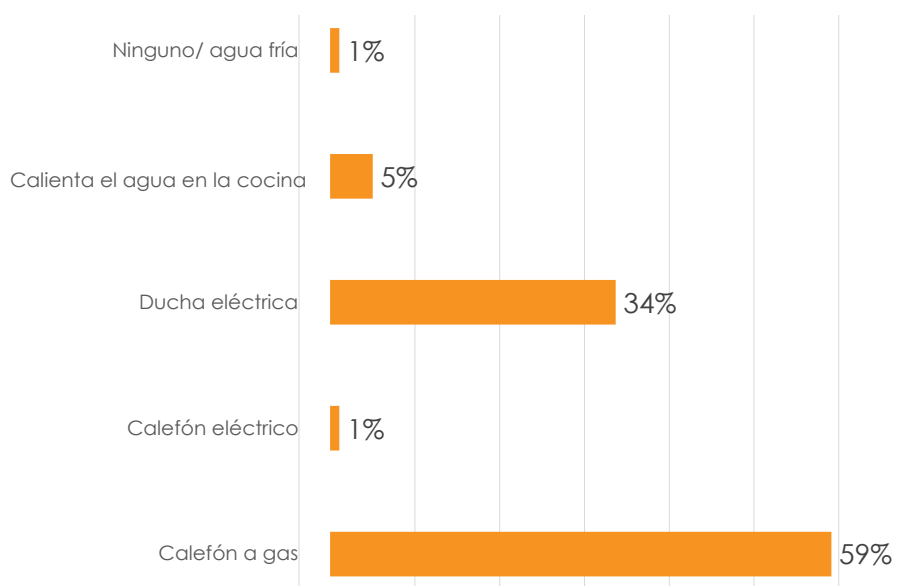
El 100% de hogares encuestados no utilizan ningún sistema de energía alternativa pues en la mayoría se utiliza energía no renovable (gas) para el funcionamiento de los electrodomésticos (graf. 3.13), teniendo un 59% para la cocina y el 36% para calentadores de agua (calefón). Conjuntamente para el ACS, el 59% de hogares utilizan calefón a gas y el 34% cuentan con duchas eléctricas. (graf. 3.14)

Gráfico 3.13. Pregunta: ¿Qué electrodomésticos utilizan tanque de gas?, 2015.



Fuente: Resultados de encuesta para muestra de 280 viviendas: "Método de la Construcción Sustentable de viviendas".
Elaboración: Grupo de Tesis

Gráfico 3.14. Pregunta: ¿Qué sistema usa para calentar el agua?, 2015.



Fuente: Resultados de encuesta para muestra de 280 viviendas: "Método de la Construcción Sustentable de viviendas".
Elaboración: Grupo de Tesis



Se observa en el gráfico 3.15, que el 73% de familias no come de viandas y el 73% usa de 1 a 3 horas al día la cocina (graf. 3.16); además se tiene que solamente el 3% de viviendas cuentan con una cocina de inducción (graf. 3.17). El gráfico 3.18 muestra que el 23% de refrigeradores tienen de 5 a 9 años de edad y el 11% utiliza refrigeradores con una edad mayor a 20 años. Adicionalmente el gráfico 3.19 señala que el 42% de hogares no cuenta con un refrigerador eficiente, sin embargo al momento de adquirir electrodomésticos el 87% de encuestados responde que sí es importante que el equipo tenga características de ahorro energético (graf. 3.20).

Gráfico 3.15. Pregunta: ¿Come de viandas?, 2015.

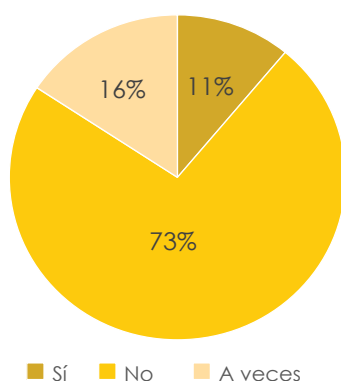
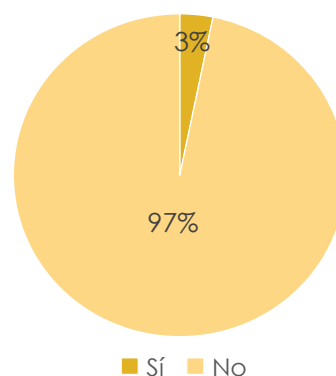
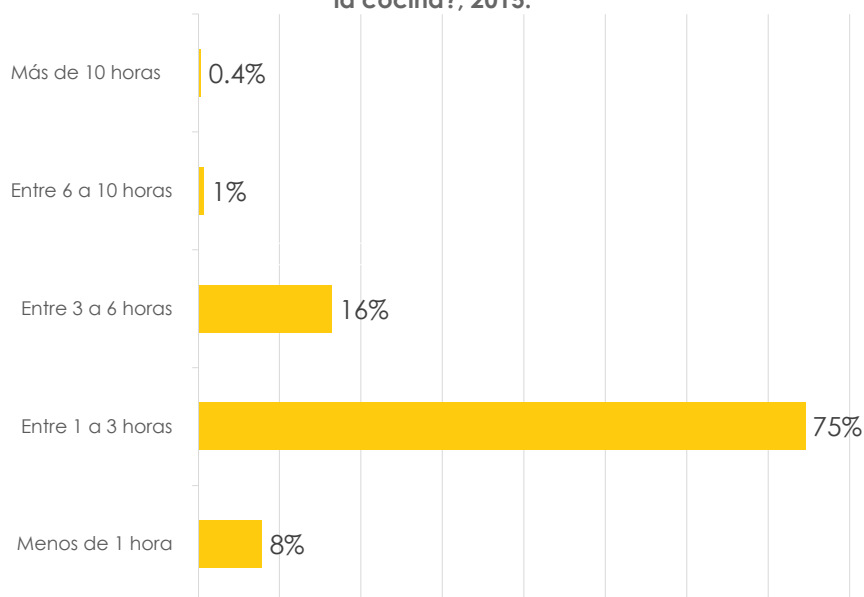


Gráfico 3.17. Pregunta: ¿Utiliza cocina de inducción?, 2015.



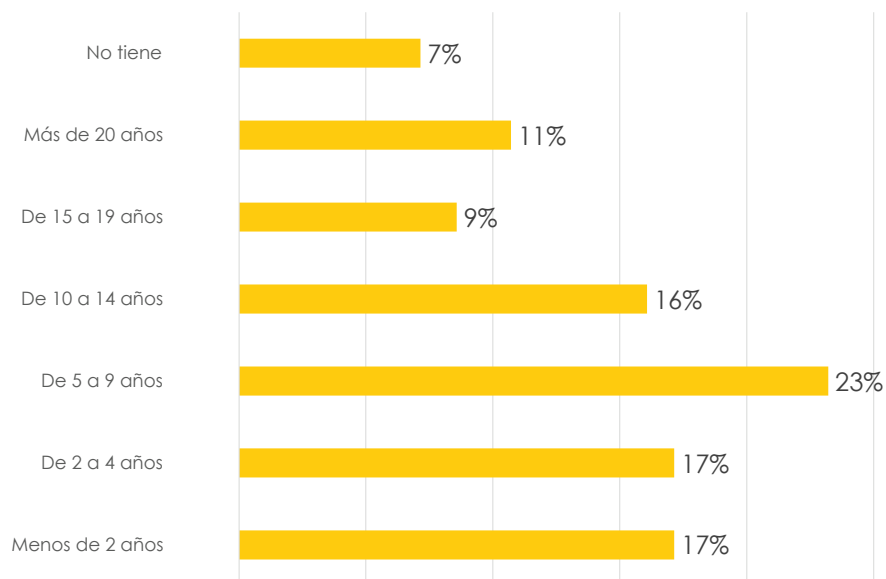
Fuente: Resultados de encuesta para muestra de 280 viviendas: "Método de la Construcción Sustentable de viviendas".
Elaboración: Grupo de Tesis

Gráfico 3.16. Pregunta: ¿Cuántas horas al día usa la cocina?, 2015.



Fuente: Resultados de encuesta para muestra de 280 viviendas: "Método de la Construcción Sustentable de viviendas".
Elaboración: Grupo de Tesis

Gráfico 3.18. Pregunta: ¿Cuál es la edad de su refrigerador?, 2015.



Fuente: Resultados de encuesta para muestra de 280 viviendas: "Método de la Construcción Sustentable de viviendas".
 Elaboración: Grupo de Tesis

Gráfico 3.19. Pregunta: ¿Su refrigerador tiene etiqueta de eficiencia energética?, 2015.

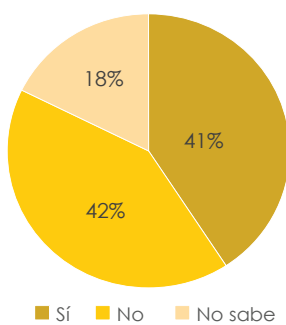


Gráfico 3.20. Pregunta: Al adquirir electrodomésticos ¿es importante que tenga características de ahorro de energía?, 2015.

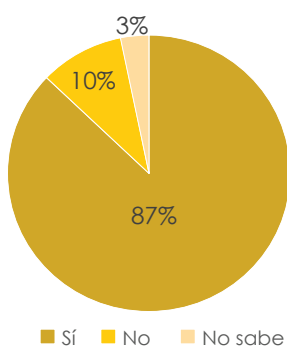
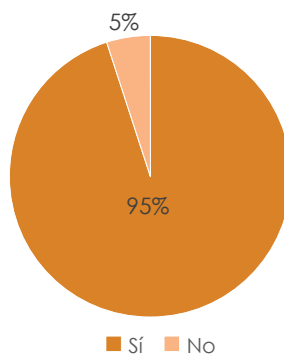


Gráfico 3.21. Pregunta: ¿Acostumbra usted a secar su ropa al aire libre?, 2015.



Fuente: Resultados de encuesta para muestra de 280 viviendas: "Método de la Construcción Sustentable de viviendas".
 Elaboración: Grupo de Tesis

En el gráfico 3.21 se puede observar que el 95% de viviendas secan su ropa al aire libre, siendo una práctica positiva siempre que se tenga en cuenta la privacidad y protección de las prendas.



3.2.2 Muestra de 5 viviendas

-Encuestas (Envolvente)

En cuanto al tema térmico, en relación con la envolvente, de las 5 viviendas analizadas el 40 % manifiesta que se encuentra satisfecho con la temperatura en su habitación, mientras que el 60% presenta cierto grado de discomfort (graf. 3.22). Además, del 60% de las viviendas con discomfort, el 100% manifiesta que un tiempo de calor, la temperatura de su habitación es a menudo demasiado caliente, mientras que solo el 33% manifiesta que en un tiempo de frío, la temperatura de su habitación es a menudo demasiado fría. (graf. 3.23)

Gráfico 3.22. Pregunta: ¿Qué tan satisfecho está usted con la temperatura en su habitación?, 2015.

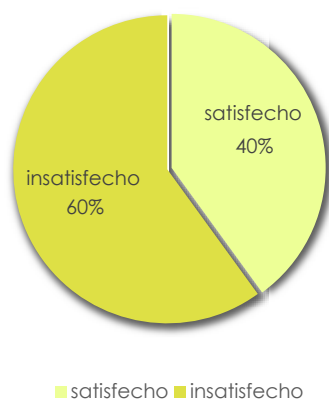
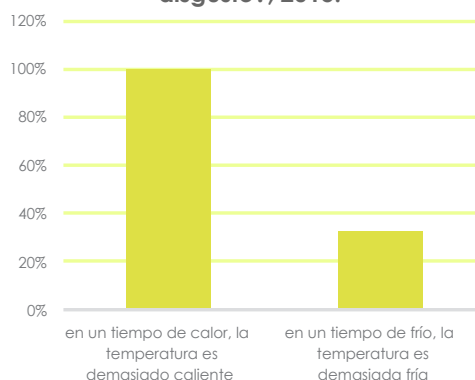


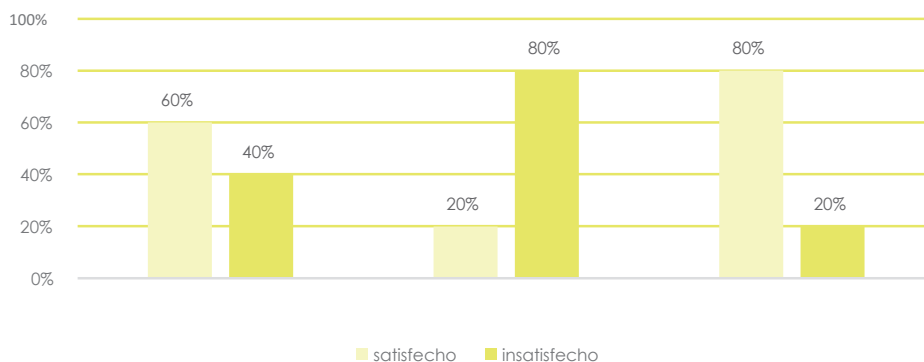
Gráfico 3.23. Pregunta: Ha indicado que se encuentra insatisfecho con la temperatura en su habitación ¿Cuál de los siguientes factores contribuye a su disgusto?, 2015.



Fuente: Resultados de encuesta para muestra de 5 viviendas: "Método de la Construcción Sustentable de viviendas".
Elaboración: Grupo de Tesis

Además se cuestiona, considerando solo los espacios habitables, qué tan satisfechos están con las condiciones de temperatura en cada uno de ellos (graf. 3.24); de lo cual se obtiene que el espacio con mayor porcentaje de insatisfacción es el dormitorio, mientras el que presenta condiciones satisfactorias, según los encuestados, es la cocina.

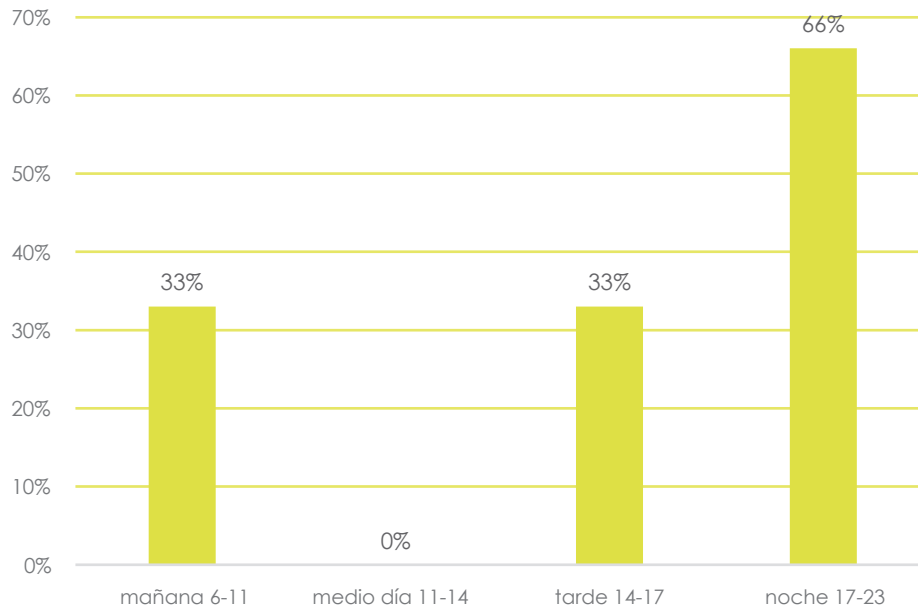
Gráfico 3.24. Pregunta: ¿Qué tan satisfecho está usted con las condiciones de temperatura de los siguientes espacios?, 2015.



Fuente: Resultados de encuesta para muestra de 5 viviendas: "Método de la Construcción Sustentable de viviendas".
Elaboración: Grupo de Tesis

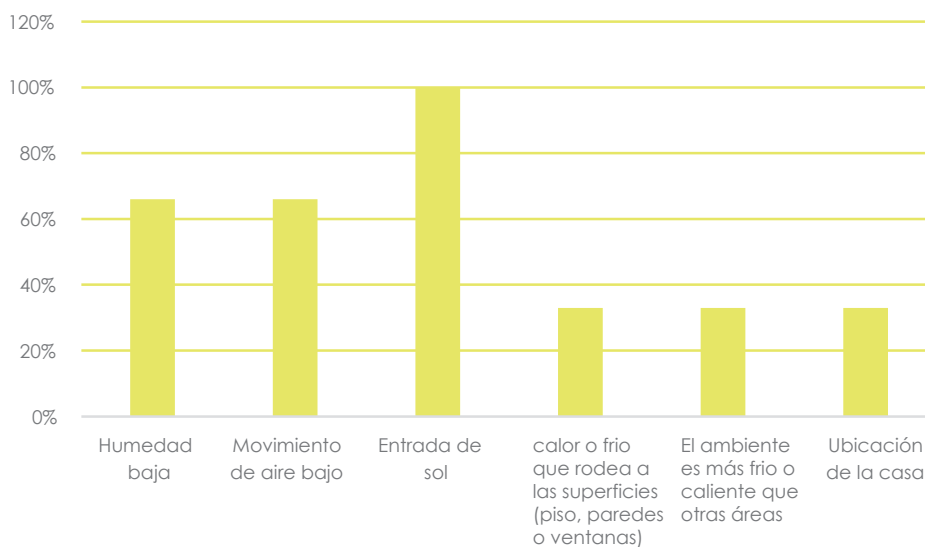
En el caso del dormitorio, la insatisfacción que mencionan los usuarios, se presenta mayormente en horas de la noche, mientras que en horas del medio día no manifiestan discomfort. (graf. 3.25) Los encuestados además expresan, en su mayoría, que el origen de estos problemas de confort térmico, se debe a la entrada directa de sol. (graf. 3.26)

Gráfico 3.25. Pregunta: ¿A qué hora los problemas son más frecuentes?, 2015.



Fuente: Resultados de encuesta para muestra de 5 viviendas: "Método de la Construcción Sustentable de viviendas".
Elaboración: Grupo de Tesis

Gráfico 3.26. Pregunta: Describa el origen del malestar, 2015.



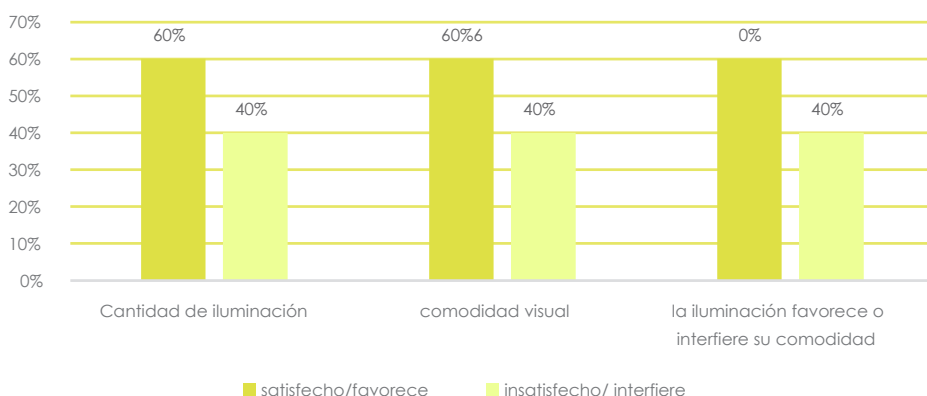
Fuente: Resultados de encuesta para muestra de 5 viviendas: "Método de la Construcción Sustentable de viviendas".
Elaboración: Grupo de Tesis



-Encuestas (Iluminación)

Sobre el nivel de satisfacción que presentan los usuarios con la cantidad de iluminación en su habitación, de las 5 viviendas analizadas, el 60% se encuentra en confort, mientras que el 40% no. Similares porcentajes se observan en cuanto a la comodidad visual de la iluminación. De igual manera el 60% de los encuestados manifiesta, que la calidad de la iluminación en su habitación favorece a su comodidad mientras que el 40% restante menciona que interfiere un poco (graf. 3.27). Dicha insatisfacción, en un caso se especifica que se debe a que la iluminación artificial es deficiente y a que el espacio es muy oscuro. Respecto a la iluminación artificial, se tiene que solamente 1 de las viviendas mantiene las luces exteriores encendidas en la noche y en ninguna de ellas existen luminarias que se accionen mediante sensores de luz o temporizadores.

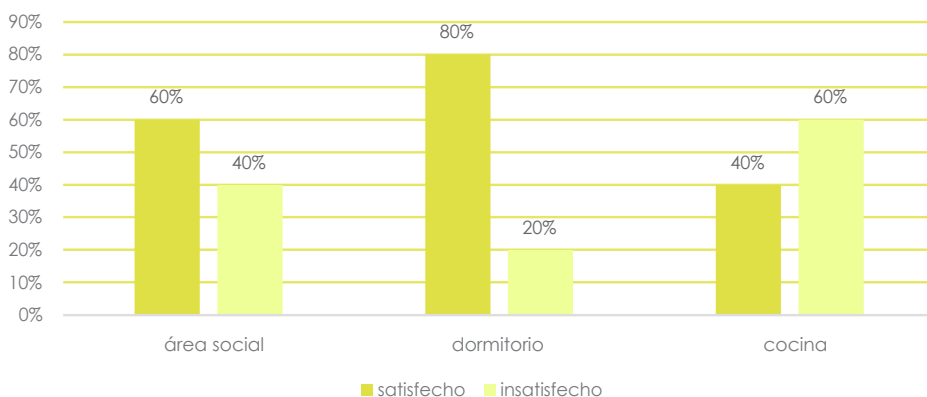
Gráfico 3.27. Preguntas: ¿Qué tan satisfecho está usted con la cantidad de iluminación en su habitación? ¿Qué tan satisfecho con la comodidad visual de la iluminación? ¿La calidad de la iluminación favorece o interfiere en su comodidad?, 2015.



Fuente: Resultados de encuesta para muestra de 5 viviendas: "Método de la Construcción Sustentable de viviendas".
Elaboración: Grupo de Tesis

De forma general, considerando solo los espacios habitables, se obtiene que el dormitorio es el espacio mejor iluminado, según la percepción de los usuarios. (graf.3.28)

Gráfico 3.28. Pregunta: ¿Qué tan satisfecho está usted con las condiciones de iluminación de los siguientes espacios?, 2015.



Fuente: Resultados de encuesta para muestra de 5 viviendas: "Método de la Construcción Sustentable de viviendas".
Elaboración: Grupo de Tesis

-Encuestas (Complementarios)

Además se ejecutaron preguntas en relación a los electrodomésticos, para tener una referencia acerca del consumo energético que representan los mismos. Entonces se observa, que la refrigeradora es el electrodoméstico de mayor consumo pues permanece conectado las 24 horas del día; a este, secundan el televisor, los decodificadores de tv y la lavadora como equipos que, si bien no se ocupan las 24 horas del día, sí permanecen conectados ese tiempo. También se evidencia que en todos los casos que poseen microondas e impresora, estos permanecen conectados. Tabla 3.3

Tabla 3.3 Consumo de electrodomésticos, 2015.

Número de vivienda y sector	Cant.	permanecen conectados	tipo de energía	tiempo de uso	Cant.	permanecen conectados	tipo de energía	tiempo de uso	Cant.	permanecen conectados	tipo de energía
# SECTOR											
				Cocinas con horno				Hornos separados			
1 Río Amarillo	1	sí	glp	0,4h/día	1	no	elect.	1h/sem	2	sí	glp
2 Don Bosco	1	sí	glp	3h/día			no tiene		1	sí	glp
3 Los Trigales	1	sí	glp	2h/día			no tiene				no tiene
4 Totoracocha	1	no	glp	0,3h/día			no tiene		1	sí	glp
5 Universidad	1	no	glp	10h/sem	1	no	glp	0,25h/sem	1	no	glp
# SECTOR				Microondas				Refrigeradora			
1 Río Amarillo	1	sí	elect.	0,3h/día	1	sí	elect.	24h/día	1	sí	elect.
2 Don Bosco	1	sí	elect.	0,080h/día	1	sí	elect.	24h/día			no tiene
3 Los Trigales	1	sí	elect.	0,01h/día	1	sí	elect.	24h/día			no tiene
4 Totoracocha	1	no	elect.	0,25h/día	1	sí	elect.	24h/día			no tiene
5 Universidad	1	sí	elect.	1,16 h/sem	2	sí	elect.	24h/día			no tiene
# SECTOR				Lavadora de ropa				Secadora de ropa			
1 Río Amarillo	1	sí	elect.	7h/sem	1	sí	glp	7h/sem	3	sí	elect.
2 Don Bosco	1	sí	elect.	4h/sem	1	sí	glp	4h/sem	3	sí	elect.
3 Los Trigales	1	sí	elect.	4h/sem	1	sí	glp, elect.	4h/sem	3	sí	elect.
4 Totoracocha	1	sí	elect.	7h/sem			no tiene		3	sí	elect.
5 Universidad	1	sí	elect.	3h/sem	1	sí	elect.	0,25h/sem	4	sí	elect.
# SECTOR				Computadores				Calefactor/radiador			
1 Río Amarillo	1	sí	elect.	1h/día			no tiene		1	sí	elect.
2 Don Bosco				no tiene			no tiene		2	sí	elect.
3 Los Trigales	1	no	elect.	4h/día			no tiene		1	no	elect.
4 Totoracocha	-	-	-	-			no tiene		1	sí	elect.
5 Universidad	1	sí	elect.	63h/sem	-	-	-	-	2	sí	elect.
# SECTOR				Cafeteras				Aspiradora			
1 Río Amarillo				no tiene	1	sí	elect.	2h/sem	1	sí	elect.
2 Don Bosco				no tiene	1	sí	elect.	2h/sem	1	sí	elect.
3 Los Trigales				no tiene			no tiene		1	no	elect.
4 Totoracocha				no tiene	1	no	elect.	1 vez/mes	1	no	elect.
5 Universidad	-	-	-	-	1	no	elect.	0,33h/sem	1	no	elect.
# SECTOR				Decodificadores de TV				Laptop			
1 Río Amarillo	3	sí	elect.	6h/día	2	no	elect.	2h/día	1	sí	elect.
2 Don Bosco	2	sí	elect.	3h/día	1	sí	elect.	1h/día	1	sí	elect.
3 Los Trigales	1	sí	elect.	4h/día	1	no	elect.	1h/día			no tiene
4 Totoracocha	1	sí	elect.	8h/día	2	no	elect.	3h/día	1	sí	elect.
5 Universidad	-	-	-	-	1	no	elect.	6h/sem	1	sí	elect.
# SECTOR				Consola de videojuegos				DVD/Blu-Ray			
1 Río Amarillo	1	sí	elect.	0,6h/día	2	sí	elect.	2h/sem	1	no	elect.
2 Don Bosco				no tiene	1	sí	elect.	1h/sem	1	sí	elect.
3 Los Trigales				no tiene	1	no	elect.	3h/sem	1	no	elect.
4 Totoracocha				no tiene	1	sí	elect.	1h/sem	1	no	elect.
5 Universidad	-	-	-	-	2	sí	elect.	2,5h/sem	1	sí	elect.

Fuente: Resultados de encuesta para muestra de 5 viviendas: "Método de la Construcción Sustentable de viviendas".
 Elaboración: Grupo de Tesis

-Medición, monitorización y simulación

En base a los criterios de evaluación definidos anteriormente se muestran en la tabla 3.4 los resultados de las variables para cada indicador, según la herramienta utilizada; además se detalla la unidad en la que se mide cada aspecto. Así se tiene:

Mediciones, por medio de los datos levantados en campo se procede a cuantificar los mismos para determinar los valores correspondientes a cada indicador (ver anexo 4). En el caso del factor forma se toma en consideración al área total de la envolvente y el volumen contenido por la misma, mientras para la ganancia solar se calcula el porcentaje de ventanas por medio de la relación entre las áreas totales de ventanas y fachada. En cambio para los indicadores como orientación, iluminación natural del baño principal y presencia de sensores de luz, se registra la información por observación.

Para la eficacia luminosa e índice de reproducción cromática, se realizó la clasificación de lámparas existentes en el mercado según sus propiedades lumínicas (potencia, flujo luminoso, temperatura de color, eficiencia, IRC). De esta manera se determina en campo el tipo y número de lámparas pertenecientes a cada espacio (ver Anexo 3 y 4), para luego definir los porcentajes de lámparas con eficacia luminosa mayor a 55 lm/W (lámparas internas) y para el caso de lámparas externas, el porcentaje que cumpla con una eficacia mayor a 50 lm/W y un IRC mayor a 60 (ver anexo 8). Asimismo, para poder determinar la cantidad de luminarias que cumplen con una calificación energética de B o más, se procede con el cálculo realizado en el anexo 10, donde en base a fórmulas se determina la calificación correspondiente a las lámparas registradas en el levantamiento.

Monitorización, el consumo eléctrico en iluminación se mide al instalar un equipo que registre los kwh en el período seleccionado (ver anexo 6).

Simulaciones, se procede al modelado de la vivienda utilizando la información recolectada en la etapa de mediciones para determinar los valores correspondientes a factor U y SHGC, de la misma manera se obtiene el porcentaje de sombras que inciden sobre las fachadas de cada vivienda. (ver anexo 7)

Tabla 3.4 Resultados de mediciones, monitorizaciones y simulaciones de indicadores para envoltorio e iluminación de las 5 viviendas de estudio

		INDICADORES		UNIDAD	VARIABLES	VIVIENDAS				
						#1	#2	#3	#4	#5
ENVOLVENTE	SIMULACIÓN	Factor U		W/m2K	Fachadas en contacto con el aire	1,72	2,12	3,27	3,33	2,01
					Cerramientos en contacto con el terreno	1,71	2,68	1,71	2,68	1,71
					Cubiertas en contacto con el aire	3,91	5,4	5,41	5,41	2,77
					Medianeras	2,52	3,52	3,27	3,33	2,58
		Ventanas y lucernarios	5,5	5,5	5,5	5,5	5,53			
	SHGC		Factor	Ventanas y lucernarios	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	
	MEDICIONES		Orientación	Sin Unidad	Fachada principal	Oeste	Norte	Suroeste	Noreste	Noreste
			Factor Forma	Sin Unidad	Factor Forma	0,79	0,89	1,03	0,86	1,27
	SIMULACIÓN	Orientación y emplazamiento	Efectos de elementos de sombra	%	% de sombra sobre superficies acristaladas fachada norte	81	88	Adosada	Adosada	57
					% de sombra sobre superficies acristaladas fachada sur	Adosada	Adosada	Adosada	Adosada	90
					% de sombra sobre superficies acristaladas fachada este	78	73	68	79	86
					% de sombra sobre superficies acristaladas fachada oeste	91	88	75	Adosada	88
	MEDICIONES	Ganancia solar (ventanas en relación con la fachada)		%	Fachada Norte	26	40			
					Fachada Oeste	32	36			
					Fachada Sur	11	40			
					Fachada Este	17	21			
					Fachada Noroeste			Adosada	Adosada	31
Fachada Sureste							Adosada	Adosada	25	
Fachada Noreste							7	17	23	
Fachada Suroeste				35	Adosada	29				
ILUMINACIÓN	MEDICIONES	Iluminación natural del baño principal	Unidades	Se constatará en sitio.	SI	SI	SI	SI	SI	
		Presencia de sensores de luz en espacios exteriores		Los elementos serán cuantificados en sitio.	0	0	0	0	0	
		Eficacia luminosa de las lámparas: Lm/W e índice de reproducción cromática		%	Lámparas interna>55 lm/W	35,80%	23,26%	68,18%	37,50%	17,70%
					Lámparas externas≥50 lm/W IRC≥60 o ≥60 lm/W IRC<60	100%	33,33%	100%	100%	66,60%
					Lámparas externas de calificación min B	100%	63%	100%	100%	100%
	MONITORIZACIÓN	Consumo de electricidad por iluminación		kWh	kWh (periodo monitorizado 1semana)	19,23	2,88	8,37	6,87	3,59
kWh / día					2,75	0,41	1,20	0,98	0,51	

Fuente: Resultados de medición para muestra de 5 viviendas: "Método de la Construcción Sustentable de viviendas"
 Elaboración: Grupo de Tesis

- Complementarios

En la tabla 3.5 se exponen los criterios complementarios, los cuales ayudan a evaluar el comportamiento energético dentro de las viviendas, la primera parte está comprendida por los requerimientos e indicadores de las certificaciones, mientras que la segunda parte detalla los valores correspondientes al confort térmico y lumínico. De la misma manera se tiene:

Mediciones, en donde la eficiencia de equipos y electrodomésticos conjuntamente con la presencia de sistemas de energía renovable se realiza la verificación por observación; el rendimiento del sistema (ACS) se valora al medir los metros longitudinales del ramal más largo de tubería y el espacio de secado se evalúa en campo, al medir y observar los diferentes elementos que conforman el criterio. (ver anexo 8)

Monitorizaciones, realizadas mediante el contador eléctrico instalado en las viviendas y que registra los kwh generados por tomacorrientes. (ver anexo 6)

En la segunda parte, para el confort térmico se recolecta la información por monitorización interna de temperatura (° C) y humedad relativa (%), complementada con la temperatura exterior por medio de los datos climáticos de estaciones meteorológicas, siendo estas las más cercanas a la vivienda analizada. Esto se realiza con el fin de determinar el comportamiento de la envolvente ante la diferencia de temperatura (interna-externa), además se comparan los datos monitorizados y simulados, durante la misma semana de monitorización.

Para el confort lumínico, a través del levantamiento arquitectónico y de lámparas, se calcula los niveles de iluminancia existentes, según la fórmula expuesta en la tabla 3.2. Asimismo mediante las simulaciones se determina el factor luz día (FLD) para conocer los niveles de iluminación natural.

Tabla 3.5 Resultados de mediciones, monitorizaciones y simulaciones de indicadores complementarios de las 5 viviendas de estudio

		INDICADORES	UNIDAD	VARIABLES	VIVIENDAS				
					#1	#2	#3	#4	#5
ACS	MEDICIONES	Eficiencia de equipos para el calentamiento de agua	Eficiencia térmica del calentador		No se especifica en equipos	No se especifica en equipos	No se especifica en equipos	No se especifica en equipos	No se especifica en equipos
		Rendimiento del sistema (Reducir demanda)	m	Longitud de las tuberías (ramal más largo)	38,92	19,41	No aplica	11,3	15,49
		Contribución mínima anual de energía renovable	%	contribución de energía renovable	0	0	0	0	0
ELECTRODOMÉSTICOS	MONITORIZACIONES	Verificar que los electrodomésticos cuenten con etiqueta de eficiencia energética	Letra	Etiqueta	NO	Refrigeradora (A)	Refrigeradora (A)	Refrigeradora (A)	NO
		Consumo de electricidad en tomacorrientes	kWh	kWh/día (período monitorizado 1 semana)	56,89	64,4	20,03	41,62	57,41
				kWh / día	8,13	9,20	2,86	5,95	8,20
ESPACIO DE SECADO	MEDICIONES	Contar con un espacio eficiente para el secado de ropa	Cuenta con un espacio de secado		SI	SI	SI	SI	SI
			m	Total de metros de tendal	5	15,78	3,05	2,85	19,38
			m	Medida del tendal en su tramo más corto	2,5	5,26	0,9	1,45	2,85
			m	Altura de tendal	1,4	1,8	1,7	1,5	1,75
			Protegido de inclemencias del tiempo		No	Sí	Sí	Sí	No
			Ventilación natural		Sí	Sí	Sí	No	Sí
			Protegido de vistas		Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

		INDICADORES		UNIDAD	VARIABLES	VIVIENDAS					
						#1	#2	#3	#4	#5	
CONFORT TÉRMICO	DATOS DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS	DORMITORIO	Temperatura	°C	Promedio	18,62	19,55	19,71	19,07	19,97	
					Mínimo	16,63	17,64	13,96	14,44	13,96	
					Máximo	22,76	23,81	28,7	25,65	26,15	
			Humedad Relativa	%	Promedio	53,41	48,07	48,93	50,19	50,20	
					Mínimo	38,5	28,34	29,59	32,86	32,69	
					Máximo	65,16	55,42	60,42	62,79	73,93	
		SALA	Temperatura	°C	Promedio	19,025	19,18	18,5	17,81	19,62	
					Mínimo	15,5	15,37	14,4	16,45	14,40	
					Máximo	22,25	25,65	23,55	20,06	25,32	
			Humedad Relativa	%	Promedio	50,05	51,15	51,86	52,46	48,26	
					Mínimo	36,3	37,67	34,16	44,80	33,01	
					Máximo	59,83	58,54	70,95	61,43	63,65	
	SIMULACIÓN	EXTERIOR	Temperatura	°C	Promedio	14,15	15,45	15,95	15,42	15,67	
					Mínimo	5	7,4	8,2	10,4	8,9	
					Máximo	21	22,8	22,6	22,5	24,2	
			Humedad Relativa	%	Promedio	75,24	71,15	69,29	65,72	68,55	
					Mínimo	29	33	33	37	24	
					Máximo	99	93	97	90	93	
		DORMITORIO	Temperatura	°C	Promedio	19,7	18,09	19,01	17,9	16,78	
					Mínimo	17	14,5	16,6	16,4	14,3	
					Máximo	21,8	21,8	21,3	19,8	21,1	
			SALA	Temperatura	°C	Promedio	19,55	18,83	20,22	19,09	16,88
						Mínimo	12	14,4	16,3	17,3	14,4
						Máximo	32,4	24,7	26,5	21,1	22,1
EXTERIOR	Temperatura	°C	Promedio	17,85	17,85	17,85	16,64	13,58			
			Mínimo	11	11	11	7,9	5,3			
			Máximo	23	23	23	26	19,2			

CONFORT LUMÍNICO	MEDICIÓN (CÁLCULO)	ILUMINACIÓN ARTIFICIAL	Niveles de iluminancia	Lux	Cocina	97,26	106,82	46,62	39,58	32,76			
					Estudio	128,65	-	50,39	44,13	27,78			
					Sala	47,87	83,52	59,51	46,40	13,64			
					Comedor	139,17	108,12	64,81	41,62	56,73			
					Dormitorio padres	11,66	34,37	34,59	27,60	29,96			
					Dormitorio 1	17,13	18,72	38,31	32,35	43,51			
					Dormitorio 2	13,02	22,68	44,26	25,24	38,21			
					Dormitorio 3	44,77	72,80	-	-	29,37			
					SIMULACIÓN	ILUMINACIÓN NATURAL	Niveles de iluminación	FLD	Cocina	15,49	10,69	11,36	17,21
									Sala/Comedor	32,20	13,11	13,09	7,72
									Dormitorio padres	4,32	12,97	8,34	4,55
	luz directa	luz indirect	luz directa	luz indirect									
	luz directa	luz directa	luz directa	luz directa									
	luz directa	luz directa	luz directa	luz directa									

Fuente: Resultados de medición para muestra de 5 viviendas: "Método de la Construcción Sustentable de viviendas"
 Elaboración: Grupo de Tesis



3.2.3 Discusión de Resultados

Envolvente

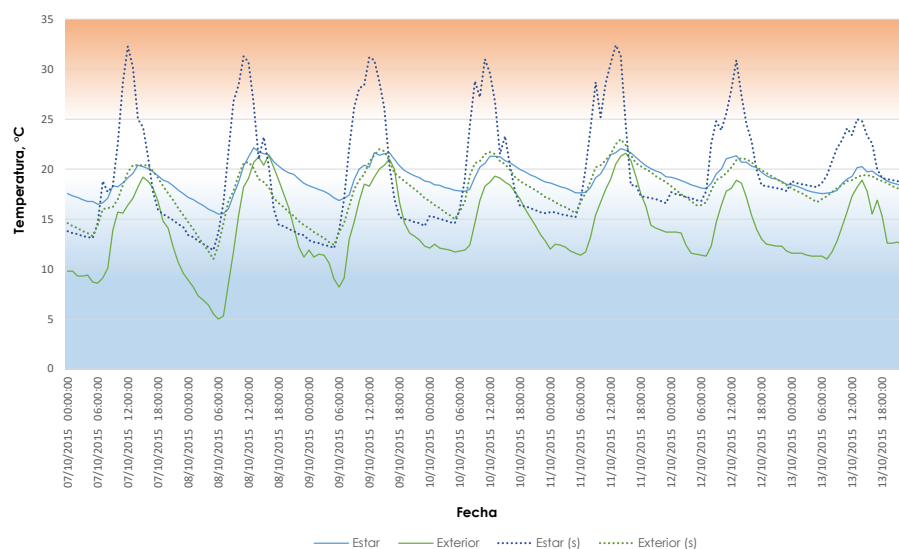
En las **encuestas** de la muestra más amplia (280 viviendas), se observa en nuestra ciudad un mínimo porcentaje de consumo por calefacción dentro de la vivienda, pero se observa que sí hay demanda, pues existe un porcentaje mayor de usuarios que piensan que su vivienda necesita calefacción. En los casos de estudio (5 viviendas), se observa al contrario, que existe demanda por refrigeración en los dormitorios, pues los consideran muy calurosos, especialmente durante horas de la noche; lo cual indica que la envolvente está generando una demanda energética para calefacción y refrigeración.

De las **simulaciones y monitorizaciones complementarias**, en las siguientes gráficas se presenta una comparación entre ambas, considerando las variables de temperatura interior y exterior en los espacios sala y dormitorio de cada vivienda. En los datos simulados se muestran picos de temperatura demasiado bajos y altos, presentando variaciones entre 1 y 5 °C en comparación con las mediciones de campo (monitorizaciones), sin embargo se observan que las dos líneas, tanto de monitorización como de simulación, siguen una misma secuencia.

Al analizar únicamente las mediciones en el período monitorizado, se tiene:

- Vivienda #1: Durante las 18h00 a 6h00 la temperatura exterior es menor a la interior, esta última se ubica alrededor de los 17°C; mientras que de 6h00 a 18h00 la temperatura interior varía entre los 17°C a 23°C, en el dormitorio; mientras que en la sala se registra una temperatura máxima de 22°C a las 14h00. Estos resultados nos indican que la vivienda presenta confort térmico en las estancias monitorizadas. Graf. 3.29 y 3.30

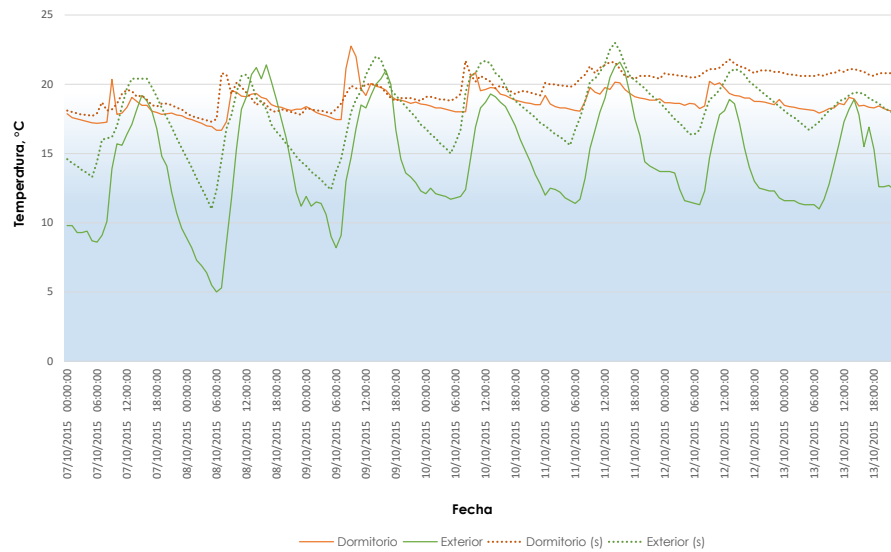
Gráfico 3.29 Comparativa entre temperatura monitoreada y simulada (s) en el espacio: sala-estar. Vivienda N.1



Fuente: Resultados de la muestra de 5 viviendas: "Método de la Construcción Sustentable de viviendas"

Elaboración: Grupo de Tesis

Gráfico 3.30 Comparativa entre temperatura monitoreada y simulada (s) en el espacio: dormitorio. Vivienda N.1

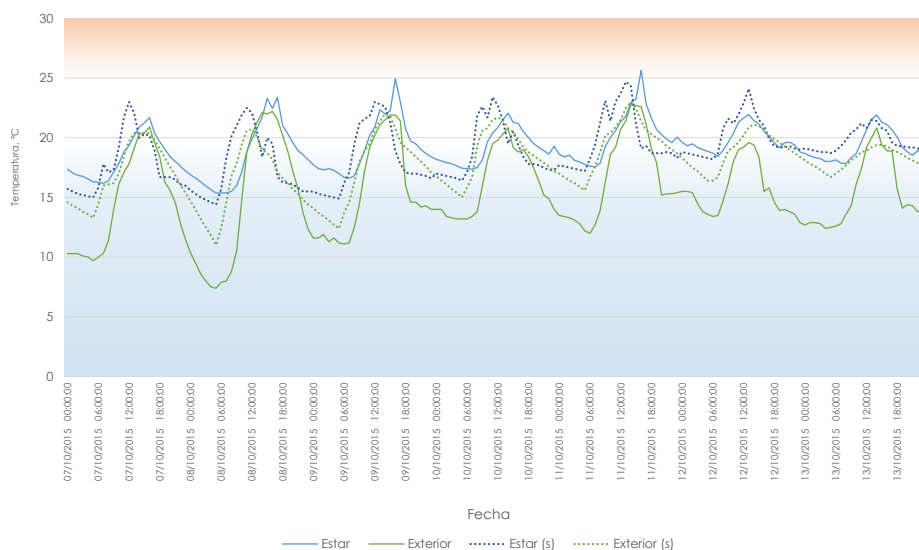


Fuente: Resultados de la muestra de 5 viviendas: "Método de la Construcción Sustentable de viviendas".

Elaboración: Grupo de Tesis

- Vivienda #2: Entre las 0h00 y 6h00 se registran temperaturas en la sala que varían entre 15°C y 19°C, mientras que en el dormitorio estas varían entre 17°C y 22°C. Desde las 6h00 hasta el mediodía se registran incrementos de la temperatura con picos de hasta 25°C a las 13h00, a partir de esta hora la temperatura decrece hasta los 15°C en la sala y 17°C en el dormitorio. Graf3.31 y 3.32. Finalmente se tiene que la mayor parte del tiempo, el dormitorio se encuentra en confort térmico, mientras que la sala presenta temperaturas más frías a tempranas horas de la mañana y al atardecer.

Gráfico 3.31 Comparativa entre temperatura monitoreada y simulada (s) en el espacio: sala-estar. Vivienda N.2

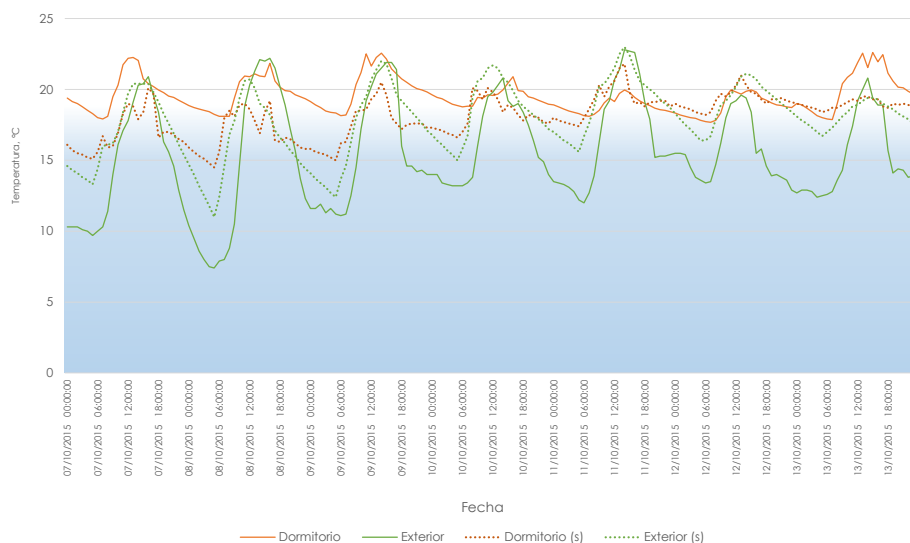


Fuente: Resultados de la muestra de 5 viviendas: "Método de la Construcción Sustentable de viviendas".

Elaboración: Grupo de Tesis



Gráfico 3.32 Comparativa entre temperatura monitoreada y simulada (s) en el espacio: dormitorio. Vivienda N.2

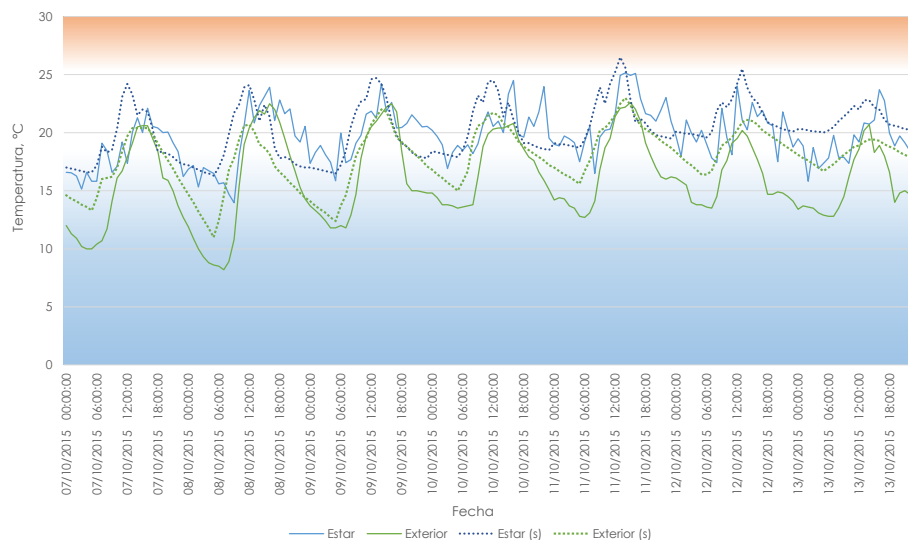


Fuente: Resultados de la muestra de 5 viviendas: "Método de la Construcción Sustentable de viviendas".

Elaboración: Grupo de Tesis

- Vivienda #3: Se observan irregularidades en la gráfica correspondiente a la sala, pues al aumentar y disminuir la temperatura no hay uniformidad en la secuencia, sino que en un rango de tiempo se presentan muchas variaciones. En el dormitorio, al contrario, la línea de la gráfica es más uniforme. En ambos espacios, la temperatura mínima llega a los 16°C, mientras que la máxima en el dormitorio alcanza los 21°C y en la sala 26°C. En sí la vivienda presenta discomfort solamente en tempranas horas de la mañana. Graf. 3.33 y 3.34

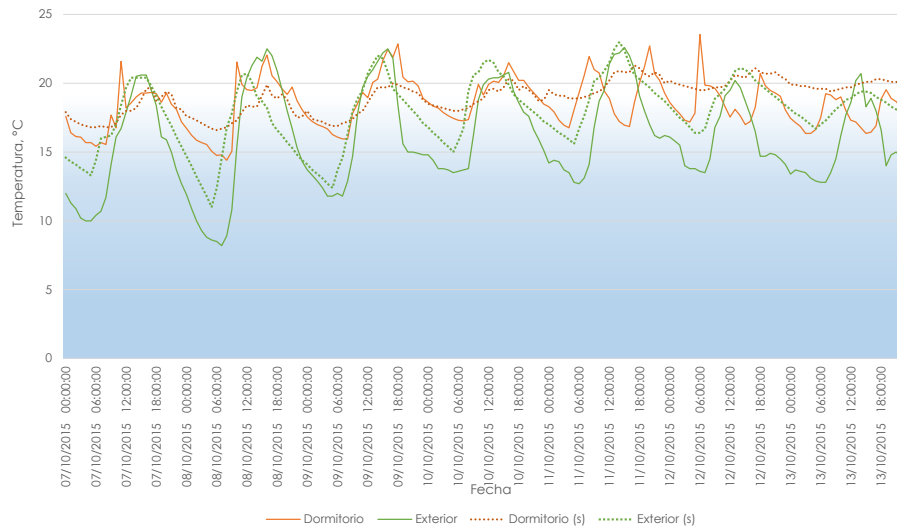
Gráfico 3.33 Comparativa entre temperatura monitoreada y simulada (s) en el espacio: sala-estar. Vivienda N.3



Fuente: Resultados de la muestra de 5 viviendas: "Método de la Construcción Sustentable de viviendas".

Elaboración: Grupo de Tesis

Gráfico 3.34 Comparativa entre temperatura monitoreada y simulada (s) en el espacio: dormitorio. Vivienda N.3

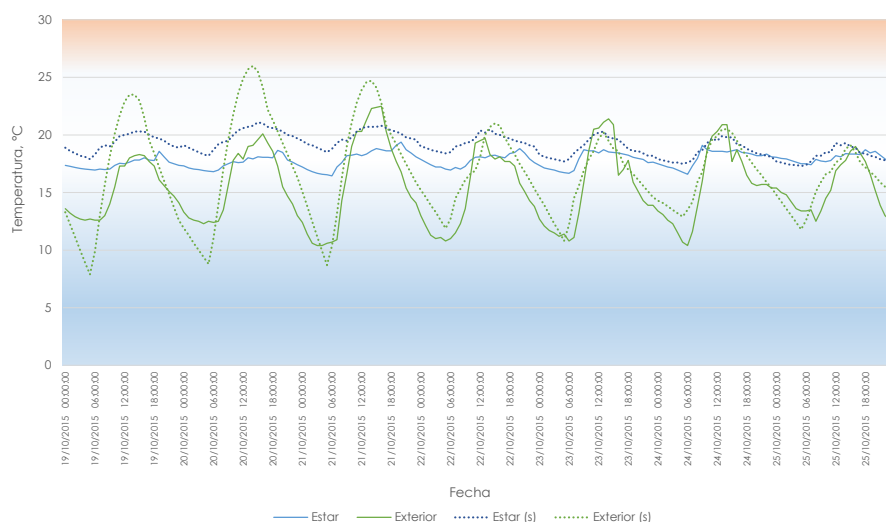


Fuente: Resultados de la muestra de 5 viviendas: "Método de la Construcción Sustentable de viviendas".

Elaboración: Grupo de Tesis

- Vivienda #4: En la sala se muestra una franja de confort entre los 16°C y 19°C, en el dormitorio se registran mayores variaciones, teniendo valores mínimos de 14°C a las 4h00 y valores máximos alrededor de 25°C correspondiente a las 16h00. El resto de horas se mantiene entre 16°C y 22°C. Graf3.35 y 3.36 Se tiene que la sala se encuentra en confort térmico durante la mayor parte del tiempo, al contrario del dormitorio que presenta temperaturas muy bajas en horas de la madrugada.

Gráfico 3.35 Comparativa entre temperatura monitoreada y simulada (s) en el espacio: sala-estar. Vivienda N.4

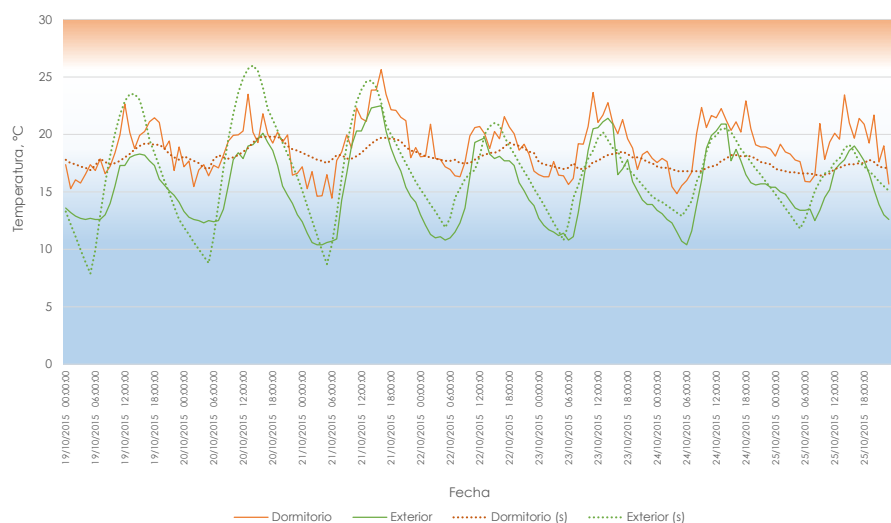


Fuente: Resultados de la muestra de 5 viviendas: "Método de la Construcción Sustentable de viviendas".

Elaboración: Grupo de Tesis



Gráfico 3.36 Comparativa entre temperatura monitoreada y simulada (s) en el espacio: dormitorio. Vivienda N.4

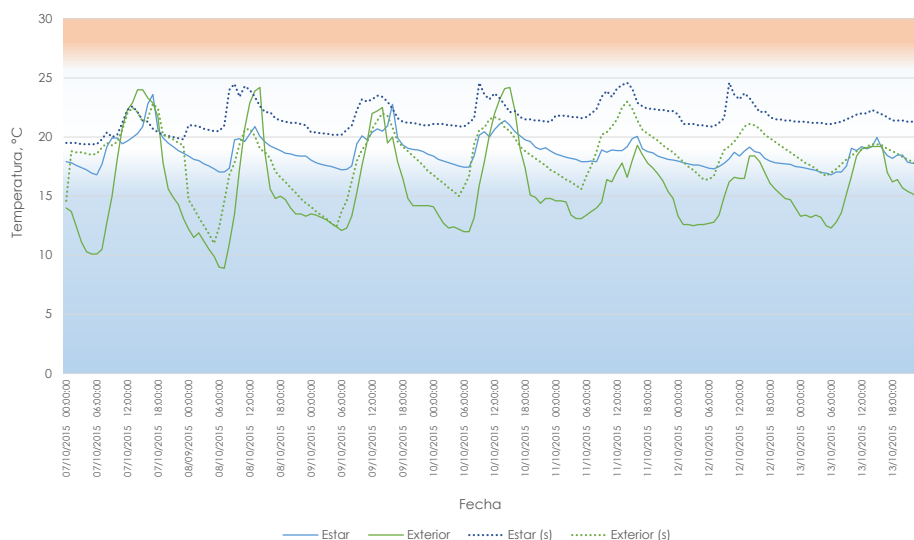


Fuente: Resultados de la muestra de 5 viviendas: "Método de la Construcción Sustentable de viviendas".

Elaboración: Grupo de Tesis

- Vivienda #5: Las temperaturas que se registran en el dormitorio están entre los 15°C y 24°C, a las 4h00 y entre las 13h00 a 14h00 correspondientemente. En la sala la temperatura varía entre 17 y 22°C. Graf. 3.37 y 3.38. Esto nos indica que los espacios monitorizados presentan confort térmico, más no de una forma continua, pues se registran bajas temperaturas en horas de la madrugada.

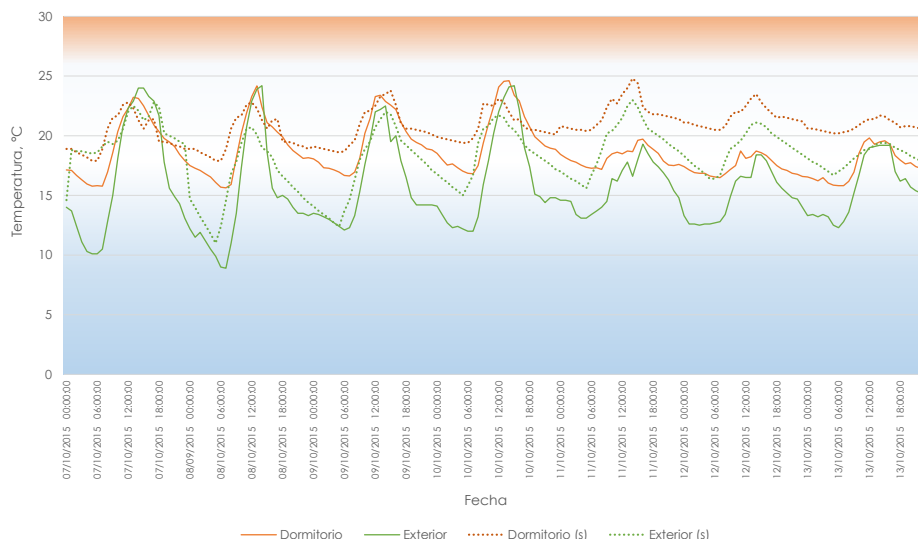
Gráfico 3.37 Comparativa entre temperatura monitoreada y simulada (s) en el espacio: sala-estar. Vivienda N.5



Fuente: Resultados de la muestra de 5 viviendas: "Método de la Construcción Sustentable de viviendas".

Elaboración: Grupo de Tesis

Gráfico 3.38 Comparativa entre temperatura monitoreada y simulada (s) en el espacio: dormitorio. Vivienda N.5



Fuente: Resultados de la muestra de 5 viviendas: "Método de la Construcción Sustentable de viviendas".

Elaboración: Grupo de Tesis

En general se observa en las gráficas de las viviendas, que las líneas correspondientes a la temperatura interior empiezan a subir a partir de las 6h00 hasta el mediodía; mientras que en horas de la tarde decrece hasta las 6h00 del siguiente día, y se mantiene dentro de una franja de 13°C a 15°C, generando mejores condiciones con respecto a la temperatura exterior, pues esta última alcanza valores mínimos entre los 5°C y 10°C. Además, se registra que las temperaturas mínimas corresponden a horas de la madrugada, mientras que las máximas registradas pertenecen a horas del mediodía.

Finalmente al observar los gráficos correspondientes a cada vivienda, se determina que la envolvente no trabaja correctamente, pues las series de temperatura interior y exterior muestran un comportamiento similar, lo que evidencia la necesidad de calefacción y en momentos esporádicos una demanda por refrigeración.

De las **mediciones o levantamientos**, se obtienen otros indicadores que se consideran para el requerimiento envolvente, como el factor forma y la orientación y emplazamiento, los mismos pertenecen a una etapa previa de diseño. En el factor forma se observa que la mayoría de viviendas no cumplen con la norma, mientras que en orientación sí. Los indicadores mencionados se tornan complejos para la intervención durante la fase de uso, sin embargo la aplicación de estrategias en el resto de criterios analizados en envolvente, (factor U, SHGC y el porcentaje de ganancia solar) contribuyen a reducir problemas consecuentes de una mala orientación o emplazamiento, pues en la mayoría de los casos, estos no depende del diseñador, sino de las condicionantes del terreno.

También es necesario mencionar que la orientación y emplazamiento que recomienda la NEC-11, es aquella en donde la fachada principal

esté orientada en sentido este-oeste permitiendo variaciones de $\pm 23^\circ$; en el caso de la vivienda #2, su fachada principal (acceso) se encuentra en sentido norte, sin embargo, en sentido este-oeste, sí cuenta con superficies que permiten ganancias solares. Por lo tanto para efectos de este análisis se considera como fachadas principales a aquellas que permitan captar energía solar, no a las que contienen el acceso de la vivienda.

Además en general se observa que el factor U, según las costumbres locales de construcción, no alcanza los valores mínimos que se estipulan en la NEC-11 para nuestra zona climática, siendo la cubierta la que presenta los resultados más alejados. En cuanto al SHGC, ninguna de las viviendas cumple con el valor establecido, pues generalmente en nuestro medio se acostumbra a usar un vidrio simple, sin embargo, esto no debe tomarse como una exigencia porque según el clima puede resultar más beneficioso usar un vidrio con un SHGC alto que menor a 0.4 como exige LEED.

En conclusión se tiene que la mayoría de viviendas de Cuenca no presentan envolventes con un buen desempeño térmico, demostrando que al utilizar el mismo sistema constructivo para cerramientos verticales (muros de ladrillo o bloque y ventanas de aluminio y vidrio), no se permite aprovechar las ganancias solares, pues en muchos casos el calor captado no se almacena y al no aislar ciertas superficies se lo pierde. De la misma manera, la forma de la envolvente influye en las ganancias térmicas, pues se ve que las formas irregulares generan mayor demanda de calefacción, ya que dichas formas proyectan sombras sobre muros y ventanas, reduciendo la cantidad de calor admisible para la vivienda.

Iluminación

En las **encuestas** del tema lumínico, en la ciudad un bajo porcentaje indica que los ambientes internos están iluminados correctamente solo por luz natural, lo que refleja que la mayoría de viviendas presenta discomfort, siendo el baño uno de los espacios con mayor ausencia de luz natural. En los casos de estudio se observa al contrario, que la mayoría de los baños se encuentran con una correcta iluminación natural.

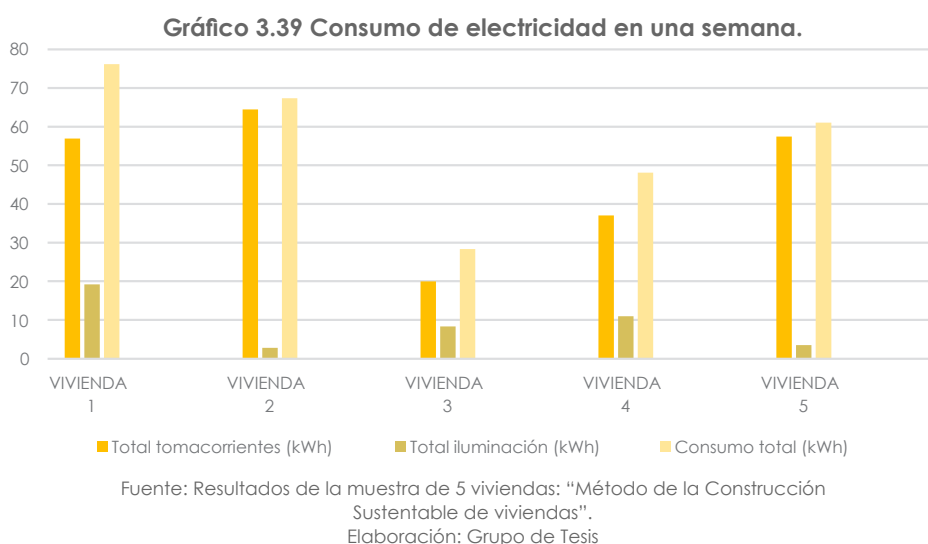
En cuanto a iluminación artificial, en la ciudad se observa que la mayoría de personas enciende los focos en su vivienda a partir de las 18h00. Sin embargo, a partir de las 17h00 existe un porcentaje del 4% que necesita de iluminación artificial, y en la mañana un porcentaje del 3.2% a partir de las 7h00. Por lo tanto, se evidencia una demanda innecesaria de energía por iluminación artificial durante estas horas, puesto que con un adecuado diseño arquitectónico es posible contar con iluminación natural durante las horas de sol (de 6h00 a 18h00).

Además, la mayoría de encuestados mencionan que tienen prácticas de ahorro de energía, como apagar las luces al salir de una habitación y abrir las cortinas/persianas para aprovechar la luz del día.

De las **mediciones o levantamientos**, en la muestra de 5 viviendas, en cuanto a la eficiencia de las lámparas que se usan, se tiene que en las exteriores sí cumplen con valores óptimos de eficacia luminosa

y calificación B como mínima, mientras que en las lámparas internas se observa menores porcentajes de luminarias eficientes, lo que representa mayor consumo eléctrico. (Tabla 3.4). En cuanto al índice de reproducción cromática, en las certificaciones se evalúa solo para lámparas exteriores, y no es tan exigente pues el índice mínimo es de 60, ya que al ser una vivienda, no se considera tan necesaria la precisión del color real de los objetos, como sí lo es en otras edificaciones de uso comercial.

De las **monitoreizaciones**, en los casos de estudio el consumo total de energía, tanto en iluminación como en tomacorrientes, se encuentra entre 28 kWh y 76 kWh a la semana (graf. 3.39). Si se analiza solo el consumo por iluminación se observan valores entre 0.41kWh/día y 2.75 kWh/día, dependiendo de la cantidad de luminarias que tenga la vivienda. Esto sumado al consumo de electrodomésticos nos da valores entre 4.06 kWh/día y 10.87 kWh/día



Los valores totales proyectados en un año de consumo se encuentran entre los 1480.9 kWh/año y 3969.1 kWh/año. Esto representa un gasto anual aproximado de \$151.2 a \$405.24, considerando el costo 10.21 centavos de dólar por kWh, según datos del CONELEC para el año 2016. El consumo mensual eléctrico de la vivienda más grande es de 323.1 kWh, de la más pequeña es 121.5 kWh y de las 3 medianas se tiene 251.95 kWh, es decir que de los casos de estudio, la mayoría consume más con relación a otras ciudades, como son los casos de Chile que tiene un consumo promedio de 220 kWh, Bogotá con 165 kWh y Lima 186 kWh^[81].

[81] Muñoz, M., Consumo de energía aumenta 18% en la época invernal aunque hay formas de amortiguarlo, en Emol. 2013: Santiago, Chile.

De los indicadores de confort lumínico, se muestra en la tabla 3.5 la evaluación de los niveles de iluminación por espacio, estos se comparan con los estándares estipulados en BREEAM, pues la NEC-11 no establece en este tema, regulación específica para viviendas, sino para otro tipo de edificaciones, siendo por ende demasiado altos a cumplir. A pesar de ello, las viviendas no alcanzan los niveles de confort en la mayoría de los espacios evaluados, a excepción de la sala y comedor en algunos casos.

Complementarios

En las mediciones de las 5 viviendas, se tiene que en el sistema de **agua caliente sanitaria ACS**, no se pudo valorar la eficiencia térmica de los equipos (calefón), porque no se presenta la información necesaria en los mismos. Mientras que en el rendimiento del sistema, solo una de las viviendas cumple con la longitud máxima que deberían tener las tuberías en su ramal más largo. Y en cuanto al aporte de energía renovable para el calentamiento de agua, ninguna de las casas presenta algún aporte. Además, como referencia del consumo energético que representan los **electrodomésticos**, en las encuestas de la muestra de 280 viviendas se tiene que la mayoría de usuarios, sí desconecta sus equipos. Mientras que en los casos de estudio se puede detectar que después del refrigerador, los televisores, decodificadores y lavadoras son las que mayor consumo eléctrico presentan, pues estos permanecen conectados todo el día. Y en lo referente al etiquetado energético de los electrodomésticos, se observa que solamente la refrigeradora cuenta con alguna etiqueta.

También en lo relacionado a **espacios de secado**, se observa que en todas las viviendas sí disponen de uno, pero no cumplen con todas las características de un espacio eficiente.

A continuación se presenta la evaluación realizada en los cinco casos de estudio, considerando los criterios previamente analizados en las tablas 3.1 y 3.2, así como sus resultados en las tablas 3.4 y 3.5. Esta evaluación se presenta en las tablas 3.6 y 3.7, donde además se identifica la normativa pertinente para cada indicador. De las 5 viviendas analizadas, se escogen las que tengan la tipología más desfavorable de captación solar, es decir adosada con retiro frontal, siendo estas la 3 y 4. De estas dos, se toma la que menos criterios cumple, dejándonos a la vivienda 4 como caso de aplicación y validación de estrategias de mejoramiento, para la reducción de consumo y demanda de energía, con base en reformas arquitectónicas enfocadas en la envolvente e iluminación.

Tabla 3.6 Evaluación de los 5 casos de estudio según indicadores para ENVOLVENTE E ILUMINACIÓN, bajo normativa y métodos de certificación

REQUERIMIENTOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	INDICADORES	REGULACIÓN	VALOR A CUMPLIR	VIVIENDAS				
					V1	V2	V3	V4	V5
ENVOLVENTE	Propiedades de materiales	Factor U	NEC 11. CAP 13	Fachadas en contacto con el aire. Max=1,8 W/m2K	✓	✗	✗	✗	✗
				Cerramientos en contacto con el terreno. Max=1,8 W/m2K	✓	✓	✓	✓	✓
				Medianeras. Max=2,5 W/m2K	✗	✗	✗	✗	✗
				Cubiertas en contacto con el aire. Max=1,5 W/m2K	✗	✗	✗	✗	✗
				Ventanas y lucernarios. Max=5,7 W/m2K	✓	✓	✓	✓	✓
		SHGC	CERTIFICACIÓN LEED, NORMA ICC	≤0,4 Para una zona climática 4*	✗	✗	✗	✗	✗
	Diseño pasivo	Orientación y emplazamiento	NEC 11. CAP 13	Fachadas principales con orientación Este-Oeste o con inclinación de 23°	✗	✓	✓	✓	✓
		Factor Forma	INEN	0,5<f<0,8	✓	✗	✗	✗	✗
		Efecto de elementos de sombra	NEC 11. CAP 13	En climas cálidos se recomienda elementos de sombra, en climas fríos se debe favorecer la incidencia de la radiación sobre las superficies vidriadas.	En la mayoría de los casos se observa altos porcentajes de sombra sobre superficies vidriadas, desde el 73% hasta el 91%, siendo contrario a lo que la normativa recomienda.				
		Ganancia Solar CGS. Porcentaje de ventanas (sv/sf)	NEC 11. CAP 13	Max = 40% (N-S)	✓	✓	-	-	-
				Max = 35% (NO-SO-NE-SE)	-	-	✓	✓	✓
				Max = 30% (E-O)	✓	✓	-	-	-
ILUMINACIÓN	Iluminación natural	Iluminación natural del baño principal	CERTIFICACIÓN QUALITEL	El baño principal cuenta con iluminación natural	✓	✓	✓	✓	✓
	Iluminación artificial	Presencia de sensores de luz	CERTIFICACIONES LEED Y BREEAM	Cuenta con sensores de luz para luminarias externas	✗	✗	✗	✗	✗
		Eficacia luminosa de las lámparas: lm/W e índice de reproducción cromática	CERTIFICACION BREEAM	min 75% de luminarias internas presenten una eficacia luminosa > 55 lm/W y IRC >60	✗	✗	✗	✗	✗
				el 100% de luminarias externas presenten una eficacia luminosa >= 50 lm/W y IRC >60	✓	✗	✓	✓	✗
				Lámparas externas con calificación mínima B	✓	✗	✓	✓	✓

* Según la distribución de zonas climáticas de la norma ICC 2012 - tabla C301.3 (2) Definición de Zonas Climáticas Internacionales. Se toma la zona 4, pues es la única a la que nuestro clima se ajusta, de acuerdo al rango de CDD10°C ≤ 2500 y HDD18°C ≤ 3000 que se estipula en la misma para localidades fuera de la cobertura de los Estados Unidos. Se recurre a esta, pues no existe normativa nacional.

Elaboración: Grupo de Tesis



Tabla 3.7 Evaluación de los 5 casos de estudio según indicadores COMPLEMENTARIOS, bajo normativa nacional y métodos de certificación.

REQUERIMIENTOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	INDICADORES	REGULACIÓN	VALOR A CUMPLIR	VIVIENDAS				
					V1	V2	V3	V4	V5
ACS	Eficiencia de Equipos	Eficiencia térmica de equipos para el calentamiento de agua	CERTIFICACIÓN LEED	Min = Calentador de agua ENERGY STAR, o eficiencia térmica mayor 0,9	No se especifica en los equipos				
	Eficiencia del diseño del sistema	Rendimiento del sistema (Reducir demanda)	CERTIFICACIÓN LEED	Longitud max 13m para tuberías de 1/2"	X	X	No aplica	✓	X
				Aislamiento de las tuberías	No se pudo levantar la información				
	Tecnologías bajas en carbono	Contribución mínima anual de energía renovable	NEC 11.CAP 13	75% de aporte anual de energía renovable en ACS	N o existe en ningún caso				
ELECTRODOMÉSTICOS	Electrodomésticos energico-eficientes	Verificar que los electrodomésticos cuenten con etiqueta de eficiencia energética	CERTIFICACIONES	Electrodomésticos con etiqueta de EE, clase A, A+, B	X	Solo la Refrigeradora	Solo la Refrigeradora	Solo la Refrigeradora	X
ESPACIO DE SECADO	Espacio de secado	Contar con un espacio eficiente para el secado de ropa	CERTIFICACIÓN BREEAM	Metraje total mínimo de tendal =6m	X	✓	X	X	✓
				Altura tendal mínimo= 1.5m	X	✓	✓	✓	✓
				Tramo más corto de tendal= 1m	✓	✓	X	✓	✓
				Protegido de inclemencias del tiempo	X	✓	✓	✓	X
				Ventilado naturalmente	✓	✓	✓	X	✓
				Protegido de vistas externas	✓	✓	✓	✓	✓

REQUERIMIENTOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	INDICADORES	REGULACIÓN	VALOR A CUMPLIR		VIVIENDAS				
						V1	V2	V3	V4	V5
CONFORT	Confort térmico	Temperatura	NEC-11	18-26°C	Dormitorio Padres	✓	✓	✓	✓	✓
					Sala	✓	✓	✓	X	✓
	Confort lumínico artificial	Niveles de iluminancia (lux)	BREEAM	150-300 lux	Cocina	X	X	X	X	X
				150 lux	Estudio	X	-	X	X	X
				50-300 lux	Sala	X	✓	✓	X	X
					Comedor	✓	✓	✓	X	✓
				100 lux	Dormitorio padres	X	X	X	X	X
					Dormitorio 1	X	X	X	X	X
					Dormitorio 2	X	X	X	X	X
					Dormitorio 3	X	X	-	-	X
	Confort lumínico natural	Niveles de iluminación (FLD)		Mínimo 1,6%	Cocina	✓	✓	✓	X	✓
					Sala/Comedor	✓	✓	✓	✓	✓
					Dormitorio Padres	✓	✓	✓	✓	✓

Elaboración: Grupo de Tesis

DESARROLLO DE ESTRATEGIAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA UN MODELO DE VIVIENDA

4

4.1 Estrategias para la optimización y el ahorro de energía enfocado a la envolvente e iluminación

- 4.1.1 Estrategias arquitectónicas para la envolvente
- 4.1.2 Estrategias arquitectónicas para la iluminación

4.2 Otras estrategias de reducción del consumo energético de una vivienda

- 4.2.1 Agua Caliente Sanitaria (ACS)
- 4.2.2 Electrodomésticos
- 4.2.3 Espacio de Secado

4.3 Aplicación de estrategias a una vivienda seleccionada

- 4.3.1 Análisis del Microclima
- 4.3.2 Aplicación de Estrategias de Eficiencia Energética
- 4.3.3 Validación del Proyecto

4.4 Conclusiones



4.1 Estrategias para la optimización y el ahorro de energía enfocado a la envolvente e iluminación.

Las edificaciones son las encargadas de separar los espacios interiores de los factores externos, es por eso que cuando las condiciones del exterior se involucran con el confort de los espacios internos, generalmente los habitantes recurren a la instalación de equipos mecánicos de calefacción o refrigeración. En el ciclo de vida de la vivienda, la temperatura, humedad, viento y soleamiento son el medio climático donde se emplaza; la protección frente algunos de los elementos mencionados y el aprovechamiento de otros, podrá disminuir notablemente las demandas energéticas que equipos mecánicos de acondicionamiento antes señalados, podrían generar. ^[82]

[82] Blume, H., *La Casa Pasiva: Clima y Ahorro Energético. Energía, Clima, Diseño.*, ed. T.A.I.o., Architects. 1984, Madrid, España: Unigraf, S.A.

[83] d'Alençon, R., *Acondicionamientos. Arquitectura y Técnica*, 2008. 2.

Es por eso que convertir la información climática en criterios arquitectónicos de proyecto, es importante y necesario para las etapas del ciclo de vida de la edificación. ^[83]

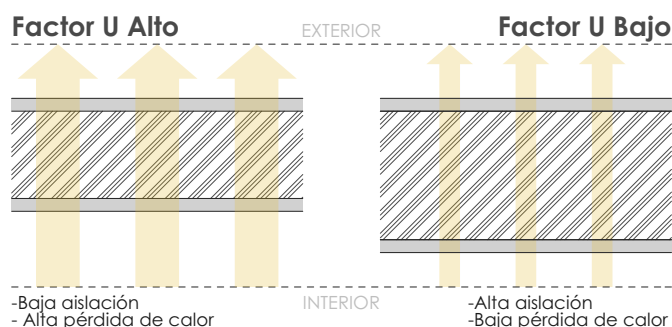
Las estrategias que se plantean son para aquellos criterios que no alcanzan los valores a cumplir según normativas y métodos de evaluación en el tema energético (Tabla 3.6).

4.1.1 Estrategias arquitectónicas para la envolvente

A. PROPIEDADES DE MATERIALES

A1. Factor U, es la cantidad de calor capaz de transmitirse a través de un elemento por unidad de tiempo (segundos) y unidad de superficie (m²), cuando entre los espacios que separa el elemento existe una diferencia de temperatura de 1K. ^[83] Además, se conoce que a mayor transmitancia en la envolvente de la vivienda, será mayor la pérdida de calor (graf. 4.1).

Gráfico 4.1 Comportamiento de la envolvente según el factor U.



Fuente: "La transmitancia térmica en edificaciones", 2014.
Elaboración: Grupo de Tesis

Estrategias

Para disminuir los valores correspondientes al factor U y mejorar el aislamiento, en el libro “Un Vitruvio Ecológico”, su autor detalla estrategias para el aislamiento de los muros, el mismo que puede colocarse tanto en las caras internas como externas de los elementos de cierre. Para esto se detallan tres tipos de aislamiento en **muros**:

- Aislamiento interior, es aquel que separa la masa térmica de los muros del espacio habitado, reduciendo además el tiempo de respuesta como la energía requerida para acondicionar ambientalmente el espacio habitable. Una de las desventajas de este aislamiento es que tiende a producir problemas con la ejecución de los detalles, como son los puentes térmicos y la condensación. (Graf. 4.2)
- Aislamiento exterior, este es colocado en las caras exteriores de la vivienda, reduciendo de tal manera los cambios de temperatura; sin embargo el espacio toma más tiempo en calentarse o enfriarse. Se considera como una desventaja la ubicación de este aislamiento pues las capas de acabado estarán sometidas a grandes cambios de temperatura, pudiendo producir con esto un esfuerzo térmico y desplazamientos. (Graf. 4.3)

Gráfico 4.2 Aislamiento exterior e interior de muros

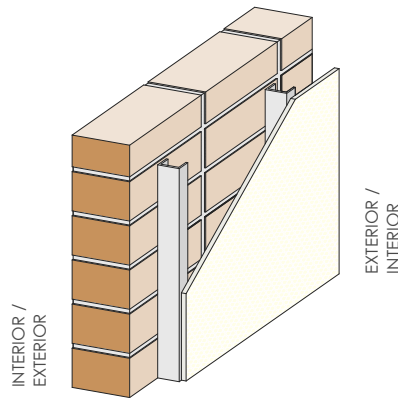
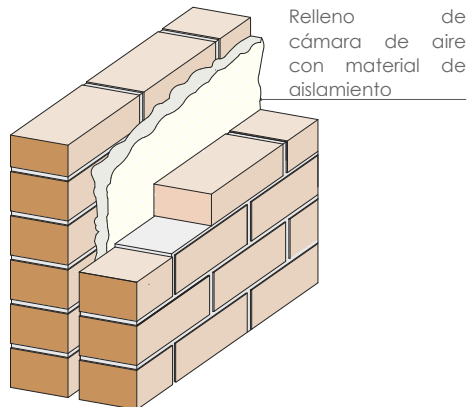


Gráfico 4.3 Aislamiento intersticial en muro

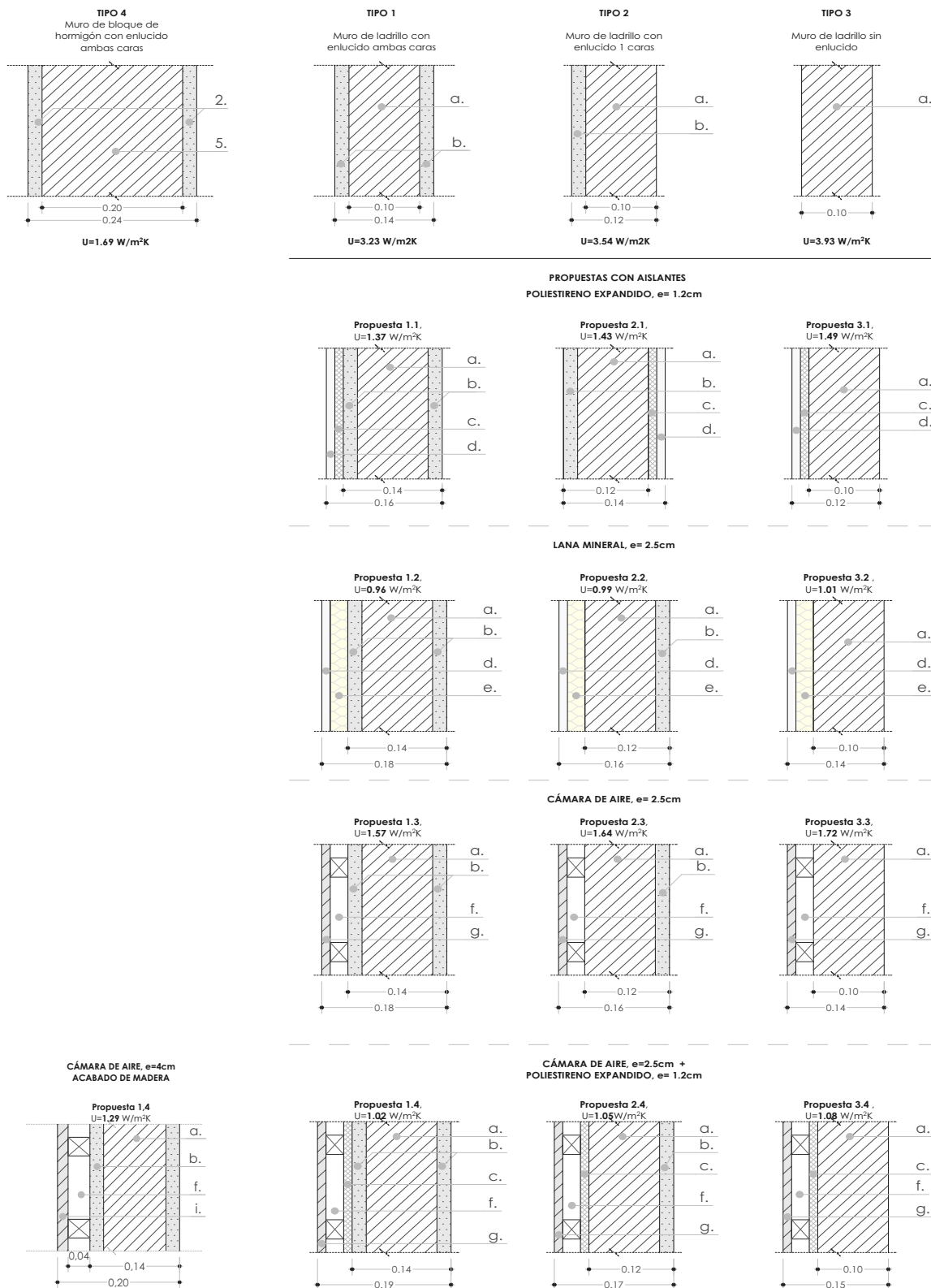


Fuente: Un Vitruvio Ecológico
Elaboración: Grupo de Tesis

- Aislamiento intersticial, es aquel donde la cámara de aire se aísla parcial o totalmente, dependiendo de los detalles constructivos y del clima. Este tipo de aislamiento aporta algo de inercia térmica al interior del muro reduciendo considerablemente el riesgo de condensación al interior de la vivienda.



Gráfico 4.4 Factor U según el material de aislamiento para muros, obtenidos por simulación.



Elaboración: Grupo de Tesis

ESPECIFICACIONES EN MUROS					
	Material	Espesor (cm)	Densidad (kg/m ³)	Calor Específico (J/KgK)	Conductividad (W/mK)
a	Ladrillo artesanal	10	2080	921	1.31
b	Enlucido de cemento	2	1860	840	0.72
c	Poliestireno Expandido	1.2	23	1470	0.035
d	Plancha de yeso	1.2	950	840	0.16
e	Lana mineral	2.5	140	840	0.038
f	Cámara de aire	2.5	1.3	1004	5.56
g	Plancha de fibrocemento	1.2	350	1300	0.082
h	Bloque de hormigón	20	1400	1050	0.56
i	Madera	1.8	825	2385	0.209

En el gráfico 4.4 se detallan diferentes tipos de aislamientos, aplicados sobre las tipologías de muro que comúnmente se observa en la ciudad (ladrillo y bloque de cemento). El propósito de estos es lograr que los elementos de cierre cumplan con las exigencias establecidas para factor U en la normativa. Luego de las pruebas, mediante simulación, se determina que el bloque de cemento cumple por sí solo los valores estipulados en la NEC-11, es decir, no necesitan de algún tipo de aislamiento para mejorar su factor de transmitancia, mientras que los muros de ladrillo necesitan un aislamiento adicional para poder alcanzar valores inferiores a 1.85 W/m²K.

Además en el gráfico se acota el espesor de los aislamientos, de forma que se observe cuánto incrementaría el espesor de los muros. Así se determina que las propuestas 1.1, 2.1, y 3.1, de cada tipología, incrementan solamente 2cm el espesor original de la mampostería, y disminuyen la transmitancia hasta en un 50%, permitiendo mejorar el comportamiento térmico de los espacios a través del uso de aislamientos en la envolvente.

Se debe acotar que también se hicieron pruebas usando únicamente recubrimientos, sin aislamientos, tales como madera y piedra, sin embargo no se alcanzan los valores mínimos que se establece en la norma para el factor U, inclusive en medianeras donde se establece un valor más flexible de hasta 2.5 W/m²K. No obstante, al incorporar una cámara de aire previo al revestimiento de madera, sí se alcanzan los valores establecidos en la NEC.

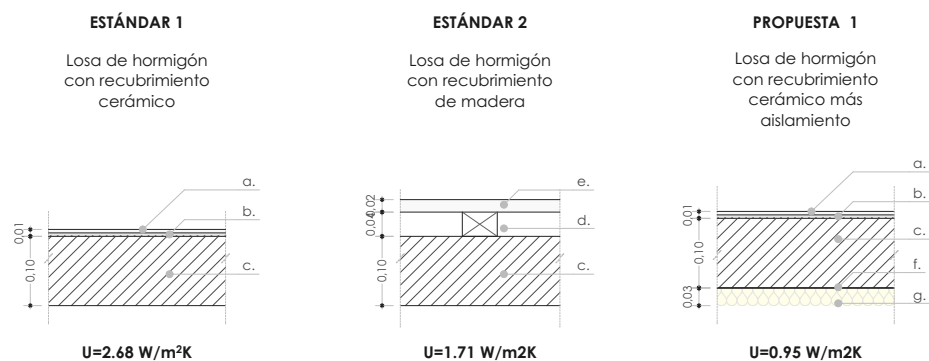
El empleo de estas estrategias dependen mayormente de la orientación y emplazamiento de la vivienda, pues según esto se podrá determinar qué espacios necesitan almacenar calor y mediante qué tipo de elementos podrán captarlo, es por esto necesario entender que una vivienda aislada completamente, no siempre es lo mejor para los usuarios, pues si no se tiene masas térmicas donde se pueda almacenar el calor, los aislamientos en la envolvente harán que el calor no se acumule ni se distribuya correctamente hacia el interior de la vivienda.

En pisos, según los resultados del levantamiento, se observa que en dos casos no se cumple con el valor U de transmitancia, estos dos corresponden a una tipología constructiva que consiste en pisos de losa de hormigón con recubrimiento cerámico (Graf 4.5- Estándar 1), por otro lado en los otros casos de estudio donde sí se alcanzan los valores, el piso se conforma por una losa de hormigón con recubrimiento de madera, pero conformando una cámara de aire entre estos, lo cual le da un valor de transmitancia más bajo. (Graf.4.5- Estándar 2).



En los casos donde no se alcanza a cumplir el valor, se puede colocar un aislamiento, como se indica en el graf. 4.5 – Propuesta 1, pero este debe ir por debajo de la losa, por lo que se convierte en un criterio propio de la etapa de diseño, ya que si se realizara una intervención luego de construida la edificación, representaría un costo muy elevado por la remoción que implica.

Gráfico 4.5 Factor U para pisos, obtenidos por simulación.



Elaboración: Grupo de Tesis

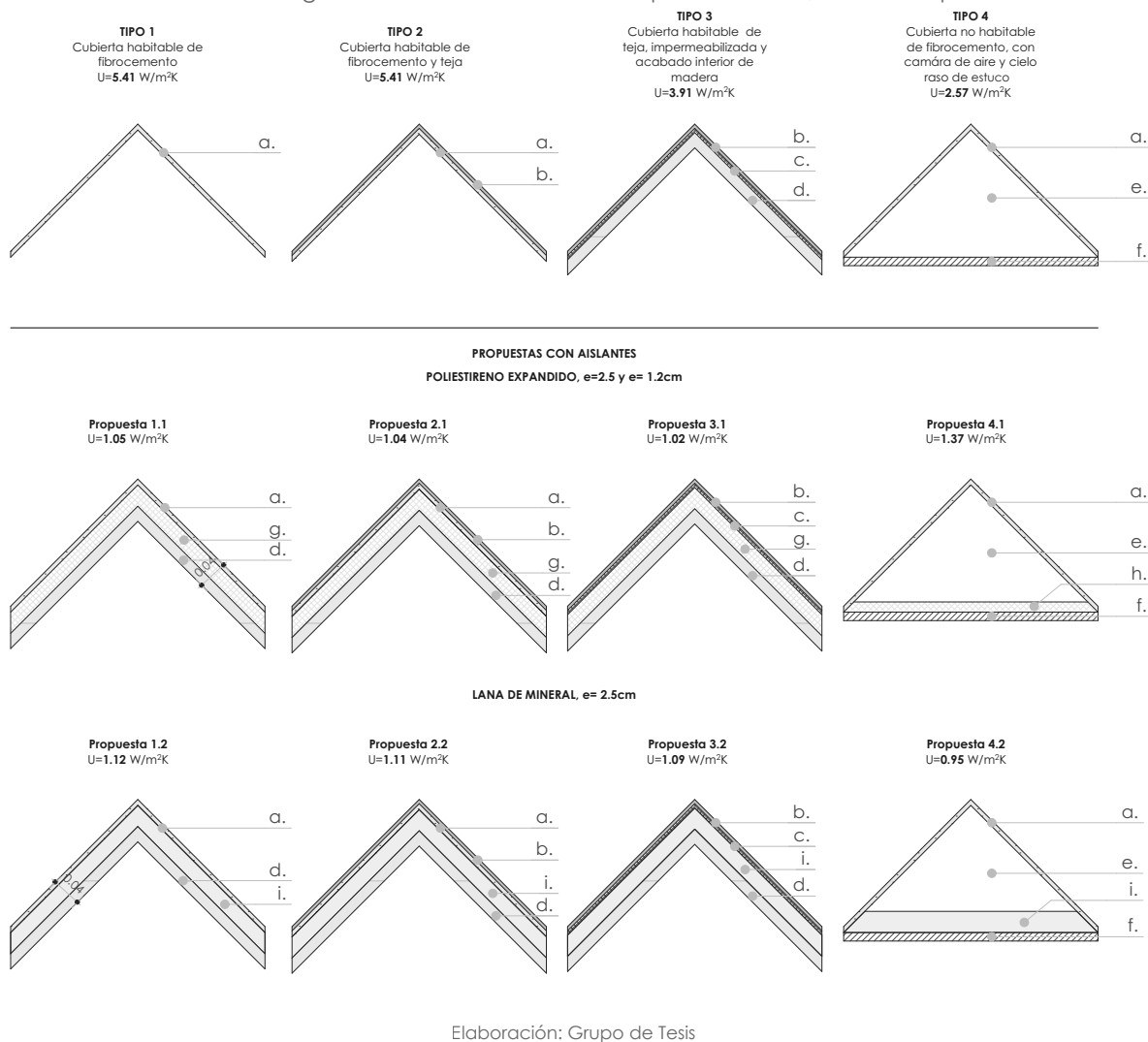
ESPECIFICACIONES EN PISOS					
	Material	Espesor (mm)	Densidad (kg/m ³)	Calor Específico (J/Kg.K)	Conductividad (W/m.K)
a	Cerámica	5	1900	656.9	0.309
b	Mortero de pega de cemento	5	2000	656.9	0.753
c	Losa de hormigón	100	3800	656.9	0.753
d	Cámara de aire	40	1.3	1004	5.56
e	Madera	18	825	2385	0.209
f	Lámina de polietileno	10	920	2092	0.331
g	Poliestireno Expandido	25	23	1470	0.035

En los elementos de **cubierta** depende la inclinación de las mismas, ya que en cubiertas inclinadas se suele aislar sobre el nivel del techo dejando el espacio bajo la cubierta sin calefactar. Dicho espacio queda bien ventilado y con poco riesgo de condensación, además se puede mejorar el aislamiento con la adición de otra capa.

En cubiertas planas, se clasifican dos tipos la llamada “cubierta fría”, donde se genera una cámara de aire que permite la ventilación por encima del aislamiento y la “cubierta caliente”, donde el aislamiento se coloca inmediatamente debajo del revestimiento y no es ventilada. El libro recomienda la segunda opción pues presenta menor riesgo de condensación, pero como se mencionó anteriormente, las capas situadas sobre el aislamiento están sujetas a grandes fluctuaciones de temperatura sufriendo esfuerzos térmicos y desplazamientos.

En el gráfico 4.6 se establecen distintos tipos de aislamientos que permiten alcanzar los valores U establecidos en la NEC-11. De igual forma que con los muros, se tomó tipologías comunes en la ciudad, como son cubiertas de fibrocemento y teja, las cuales presentan un factor U muy alto, de hasta $5.41 \text{ W/m}^2\text{K}$, alejándose por mucho del valor que establece la norma ($1.5 \text{ W/m}^2\text{K}$). Las pruebas por simulación se realizan colocando el aislamiento inmediatamente antes del recubrimiento de cielo raso y se observa que la transmitancia térmica en la mayoría de los casos reduce hasta el 75%.

Gráfico 4.6 Factor U según el material de aislamiento para cubierta, obtenidos por simulación.



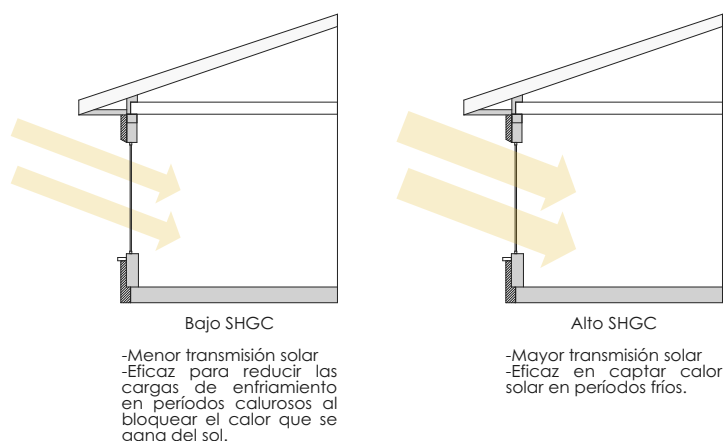
ESPECIFICACIONES EN CUBIERTAS					
	Material	Espesor (mm)	Densidad (kg/m ³)	Calor Específico (J/Kg.K)	Conductividad (W/m.K)
a	Plancha de fibrocemento	7	1750	840	1.02
b	Teja de arcilla	5	2760	836.8	18.83
c	Impermeabilizante	5	1000	1700	0.2
d	Duela de madera	18	550	2301	0.343
e	Cámara de aire	-	1.3	1004	5.56
f	Estuco	10	1200	940	0.42
g	Poliestireno Expandido	25	23	1470	0.035
h	Poliestireno Expandido	12	23	1470	0.035
i	Lana mineral	25	140	840	0.038

A2. SHGC (Solar Heat Gain Coefficient): El coeficiente de ganancia solar térmica es la fracción de la radiación solar incidente que penetra a través de una ventana, se expresa como un número entre 0 a 1. Mientras menor sea este coeficiente, se transmite menos calor solar.^[84] Controlar las ganancias de calor solar en la vivienda además de un apropiado SGHC depende también del clima, orientación, condiciones de sombra y otros factores. (graf.4.7)

[84] Capítulo 6, Ventanas y Puertas. BAE Residential Energy 2013 29-Abr-2016]. Available from: www.bae.uky.edu.



Gráfico 4.7 Coeficiente de ganancia solar (SHGC).



Fuente: Capítulo 6, ventanas y puertas. BAE Residential Energy. 2013
Elaboración: Grupo de Tesis

Estrategias

En el capítulo 8 (Vidrios) de la NEC-1, se recomienda determinar los valores de transmisión de luz visible y coeficiente de ganancia solar (SHGC) que satisfagan las premisas del proyecto. En el mercado local actualmente existen varios tipos de vidrio que presentan valores bajos de SHGC, los cuales están conformados por aislamientos transparentes entre las hojas de vidrio dentro de un marco convencional y reemplazan a las ventanas tradicionales.

En la tabla 4.1 se especifican algunas variables de acristalamientos, sin embargo el empleo de cualquier tipo de vidrio depende del diseño que se realice, pues si lo que se quiere es captar, lo mejor será utilizar un vidrio con un SHGC alto, sin olvidar que los marcos deben estar sellados herméticamente para evitar pérdidas por infiltración de aire.

Tabla 4.1 Variables de superficies acristaladas.

VARIABLES	Vidrio simple		Vidrio Doble		Bloque de vidrio
	SHGC	U (W/m²K)	SHGC	U (W/m²K)	SHGC
Claro	0,8*	5,6***	0,7*	2,9***	
Tintado	0,7*		0,6*		
Con láminas de alto rendimiento:					
• con interlámina de PVB			0,77**	0,7***	
• con película de control solar			0,49**		
• con lámina de rendimiento avanzado			0,36**		
					0,6*

Fuente: * Valores estandar tomados de IECC 2012

** Valores tomados de productos existentes en el mercado (ANEXO 9)

*** Valores tomados de NEC CAP 8 Vidrios

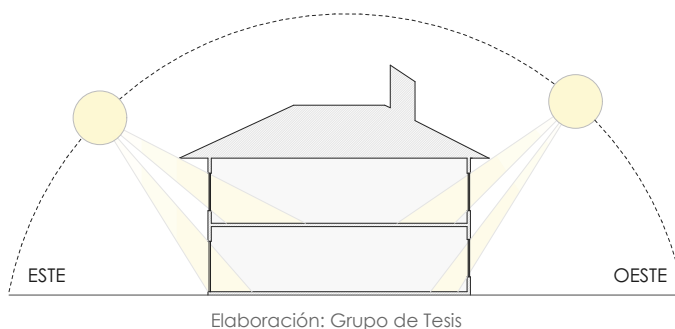
Elaboración: Grupo de Tesis

En la tabla 4.1 se muestra además del valor de SHGC el factor U, pues se debe analizar también este aspecto al momento de escoger cualquier tipo de vidrio, ya que dependiendo de lo que se quiera lograr puede influir positiva o negativamente al diseño. Así por ejemplo, en climas fríos, si se opta por un vidrio con un coeficiente de ganancia solar alto, pero con un valor de transmitancia también alto, resulta poco ventajoso, pues todo ese calor ganado se podría perder por transmisión.

B. DISEÑO PASIVO

B1. Orientación y Emplazamiento, como menciona la NEC-11 Capítulo 13, debe orientarse la vivienda en base a las necesidades de ganancia solar, ventilación, calidad de aire y aislamiento acústico. (graf. 4.8)

Gráfico 4.8 Orientación de fachadas principales.



Estrategias

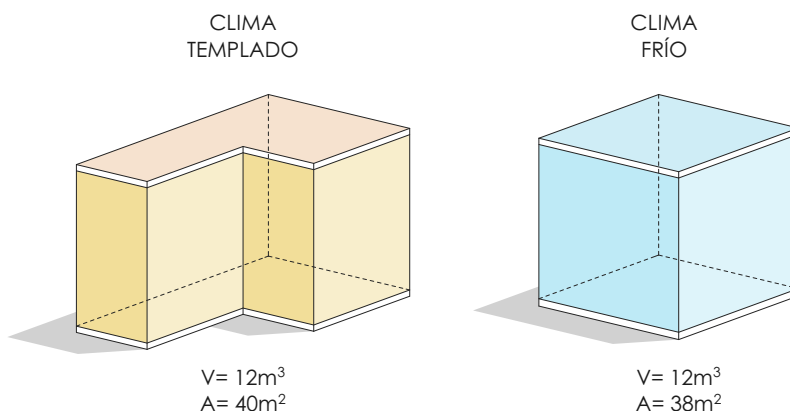
Para Cuenca, según su rango climático entre 14 y 18°C, la zona climática que se le designa en la norma ecuatoriana es ZT3, para la cual, se recomienda que las fachadas principales se orienten en sentido este y oeste, con una variación de $\pm 23^\circ$ pues de esta manera se maximiza la ganancia solar directa en horas de la mañana y/o tarde.

Para cumplir con este criterio sería necesario implementar medidas en la etapa inicial de diseño, puesto que luego de ejecutar la construcción del proyecto se torna compleja la intervención sobre fachadas construidas. Incluso en la etapa de diseño puede ser difícil solucionar este criterio puesto que está vinculado directamente a la forma y tamaño del predio.

B2. Factor Forma, es la relación entre la suma de las superficies de la envolvente (pisos, fachadas, cubierta) y el volumen encerrado por la misma. ^[69] El volumen del edificio indica la capacidad de la vivienda para almacenar energía, mientras que la superficie de la envolvente representa el límite físico de intercambio de calor entre el interior y el exterior, es por eso que desde el punto de vista bioclimático, es óptimo tener superficies mínimas pero con el mismo volumen de almacenaje de calor (graf. 4.9). ^[85]

[85] El factor de forma como estrategia de diseño. 2013. 26-Abr-2016; Available from: <https://huellasdearquitectura.wordpress.com/2013/05/24/el-factor-de-forma-como-estrategia-de-diseno/>.

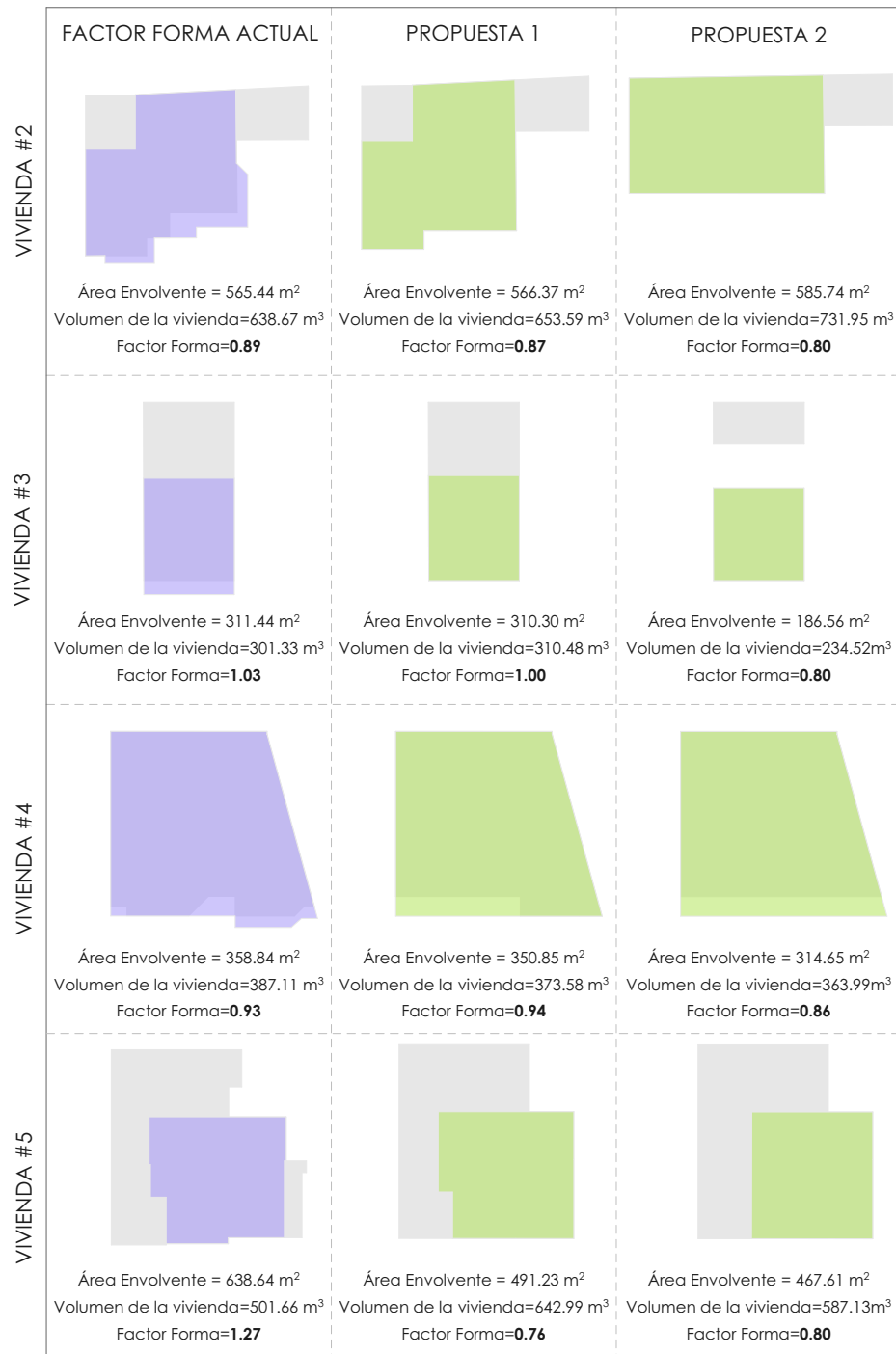
Gráfico 4.9 Aproximación de formas básicas según el clima.





Se observa en el gráfico 4.10 y en la tabla 4.2 que al simplificar la forma de la vivienda se acerca más a los niveles exigidos por la norma INEN.

Gráfico 4.10 Factor forma en casos de estudio.



Elaboración: Grupo de Tesis

Simbología:

*El color más opaco representa la planta baja

*El color más oscuro representa la planta alta

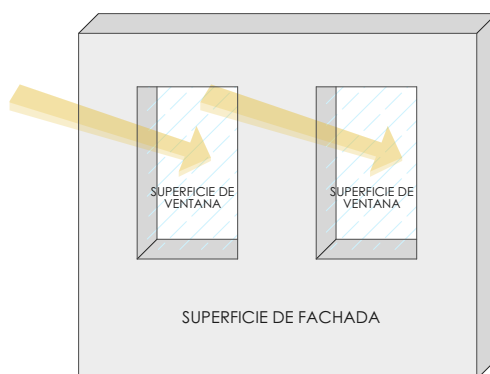
Tabla 4.2 Factor forma en casos de estudio.

VIVIENDAS	DATOS	ACTUAL	OPCIONES			
		FF2	FF2.1		FF2.2	
VIVIENDA 2	ÁREA DE ENVOLVENTE (m2)	565,44	566,37	Aumenta 0,16%	585,74	Aumenta 3,59%
	VOLUMEN DE LA EDIFICACIÓN (m3)	638,67	653,59	Aumenta 2%	731,95	Aumenta 15%
	FACTOR FORMA	0,89	0,87		0,80	
		FF3	FF3.1		FF3.2	
VIVIENDA 3	ÁREA DE ENVOLVENTE (m2)	311,44	310,30	Disminuye 0,37%	186,56	Disminuye 40,10%
	VOLUMEN DE LA EDIFICACIÓN (m3)	301,33	310,48	Aumenta 3%	234,52	Disminuye 22%
	FACTOR FORMA	1,03	1,00		0,796	
		FF4	FF4.1		FF4.2	
VIVIENDA 4	ÁREA DE ENVOLVENTE (m2)	358,84	350,85	2,23%	314,65	12,32%
	VOLUMEN DE LA EDIFICACIÓN (m3)	387,11	373,58	Disminuye 3%	363,99	Disminuye 6%
	FACTOR FORMA	0,93	0,94		0,86	
		FF5	FF5.1		FF5.2	
VIVIENDA 5	ÁREA DE ENVOLVENTE (m2)	638,64	491,23	23,08%	467,61	26,78%
	VOLUMEN DE LA EDIFICACIÓN (m3)	501,66	642,99	Aumenta 28%	587,13	Aumenta 17%
	FACTOR FORMA	1,27	0,76		0,796	

Elaboración: Grupo de Tesis

B3. Ganancia Solar: debe ser calculada a fin de minimizar las necesidades energéticas de climatización en las viviendas (graf. 4.11). Esta depende de la dirección de las superficies receptoras (muros y vanos de fachada en contacto con el aire y cubiertas y tragaluces en contacto con el aire) y el porcentaje de relación entre la superficie de ventanas respecto de la superficie total de la fachada.^[68]

Gráfico 4.11 Relación entre superficie ventanas/fachada para ganancias solares.



Elaboración: Grupo de Tesis

Estrategias

Cumplir con los valores máximos establecidos en la NEC para la zona climática ZT3, siendo el 40% el porcentaje máximo para fachadas orientadas al norte y sur, 35% para las que presenten orientaciones noroeste - sureste y noreste – suroeste, finalmente para fachadas hacia el este - oeste se recomienda el 30%.

4.1.2 Estrategias arquitectónicas para la iluminación

C. ILUMINACIÓN NATURAL

C1. ILUMINACIÓN NATURAL DEL BAÑO, para evaluar este indicador, el baño principal de la vivienda debe contar con ventanas o superficies acristaladas que permitan una adecuada iluminación natural. ^[25]

El criterio de iluminación que se analiza en la categoría energía, hace referencia mayormente al tipo artificial, por estar relacionado al consumo energético, por ello simplemente se recomienda una adecuada iluminación natural con el fin de reducir el consumo por electricidad, más no se la evalúa.

Es por esto que las estrategias expuestas a continuación no buscan alcanzar un indicador que permita evaluarlas, sino se plantean con el objetivo de conseguir una adecuada iluminación que permita reducir e inclusive prescindir de la artificial durante horas del día, debiéndose considerar que ciertas actividades requieren niveles de iluminación específicos.

ESTRATEGIAS DE ILUMINACIÓN NATURAL

Se recogen criterios de diferentes autores como D'Alencon en su libro "Acondicionamientos", Manuel Martín Monroy en "El manual de la Iluminación" y Waldo Bustamante en "Guía de diseño para la eficiencia energética en la vivienda social". Ellos exponen varios criterios para conseguir una correcta iluminación natural y coinciden en que para alcanzarla es necesario considerar y comprender ciertos factores como son:

- parámetros externos que se refieren a la geometría de la trayectoria solar, la cantidad de radiación solar o la nubosidad del cielo (ya que la iluminación natural tiene esencialmente su fuente en la radiación difusa por ende depende de la nubosidad) e incluso la configuración del entorno.
- propiedades constructivas de las ventanas (transparencia)
- las superficies del local (reflexión) y la geometría de las ventanas y del local.

Además, se debe considerar también la visión del usuario, de esta manera, en un local con un nivel de iluminación medio es conveniente que la transición de nivel de iluminación entre las zonas en primer plano con nivel alto y las zonas de fondo con el nivel bajo, tengan una relación menor de 3 a 1. Por otra parte, durante la noche, en locales con iluminación artificial, será posible reducir los niveles de iluminación hasta

1/3 en períodos nocturnos, esto debido a la condición de adaptación de la retina a condiciones de baja luminosidad.

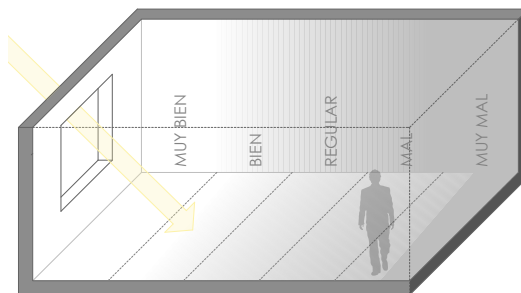
A continuación se muestran las diferentes estrategias que proponen:

En Ventanas

1. Se recomienda que todos los espacios tengan una fuente de iluminación natural, para esto se puede disponer las ventanas en comunicación directa con espacios exteriores, o generar espacios libres al interior del predio, mediante patios, otra opción es la iluminación cenital.

2. Se debe considerar el fondo máximo hasta donde llega la suficiente luz natural, para ello la profundidad del espacio y la existencia o no de obstrucciones visuales exteriores son criterios a tomar en cuenta. Graf. 4.12.

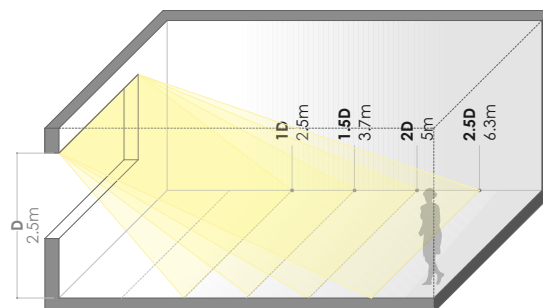
Gráfico 4.12 Luz natural - fondo máximo.



Elaboración: Grupo de Tesis

Un valor de referencia para conseguir uniformidad de la luz en un espacio sería que la distancia del fondo no debería ser mayor que el doble de la altura del dintel. Graf. 4.13.

Gráfico 4.13 Relación fondo máximo - altura del dintel.



Elaboración: Grupo de Tesis

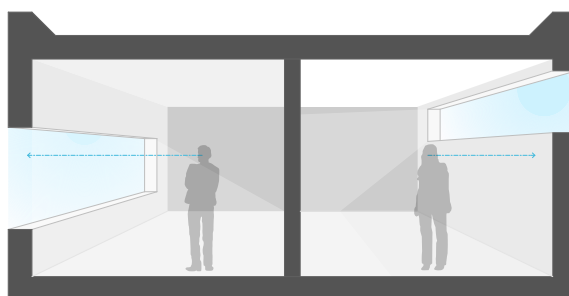
3. Como otro criterio se debe colocar cerca de las ventanas las actividades que requieren mayor iluminación, por ejemplo, la zona de preparación en cocinas, y dejar en otras zonas aquellas actividades que no requieran tanta precisión.



4. Sobre la distribución de ventanas existen numerosas alternativas:

- Ventanas en fachadas, se recomienda limitar el fondo útil (F) entre 1,5 y 2 veces la altura del dintel (D)
- Ventanas en esquina, aumentan bastante la calidad de la iluminación sin necesidad de aumentar la superficie de ventana. El fondo útil (F) incrementa entre 2 a 2.5D
- Ventanas opuestas, mejora la calidad de la iluminación pues el fondo útil puede duplicarse al sumarse la proyección de luz de las dos ventanas opuestas.
- Ventanas altas, el aumento de la altura de la ventana permite que la luz penetre a mayor profundidad, logrando que el fondo del local tenga una mejor uniformidad y nivel luminoso sin necesidad de aumentar la superficie de la ventana. Graf.4.14.

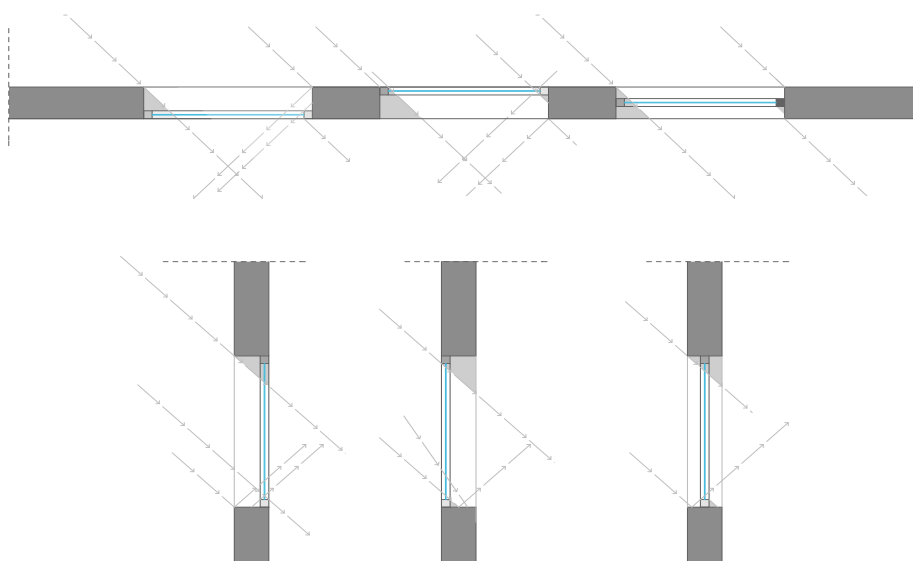
Gráfico 4.14 Luz natural - ventanas altas.



Elaboración: Grupo de Tesis

5. Geometría del vano, el grosor del cerramiento puede obstruir la entrada de luz cuando ésta incide con cierta inclinación, siendo conveniente disminuir el espesor o diseñar rebajes para abocinar el vano.

Gráfico 4.15 Colocación de ventanas.



Elaboración: Grupo de Tesis

Además en cuanto la colocación de la carpintería (graf. 4.15) se puede considerar:

- la colocación al interior, en donde la radiación solar absorbida por el vano queda al exterior y la ventana parcialmente sombreada, a la vez protegida de la lluvia y el viento.
- la colocación al exterior, puede ser mejor en condiciones de poca iluminación, utilizando las superficies laterales interiores como reflectores.
- la colocación en posición intermedia, donde se reduce la obstrucción de la carpintería cuando la luz penetra con bastante inclinación.

6. Superficies reflectantes de la ventana, el incremento de la reflectancia de la carpintería y del vano aumentan la radiación reflejada, pudiendo contribuir a reducir el deslumbramiento al crear superficies iluminadas de transición. La incorporación de elementos adicionales como parteluces o bandejas intermedias pueden interceptar el exceso de iluminación de áreas próximas a la ventana y reenviarla al fondo del local.

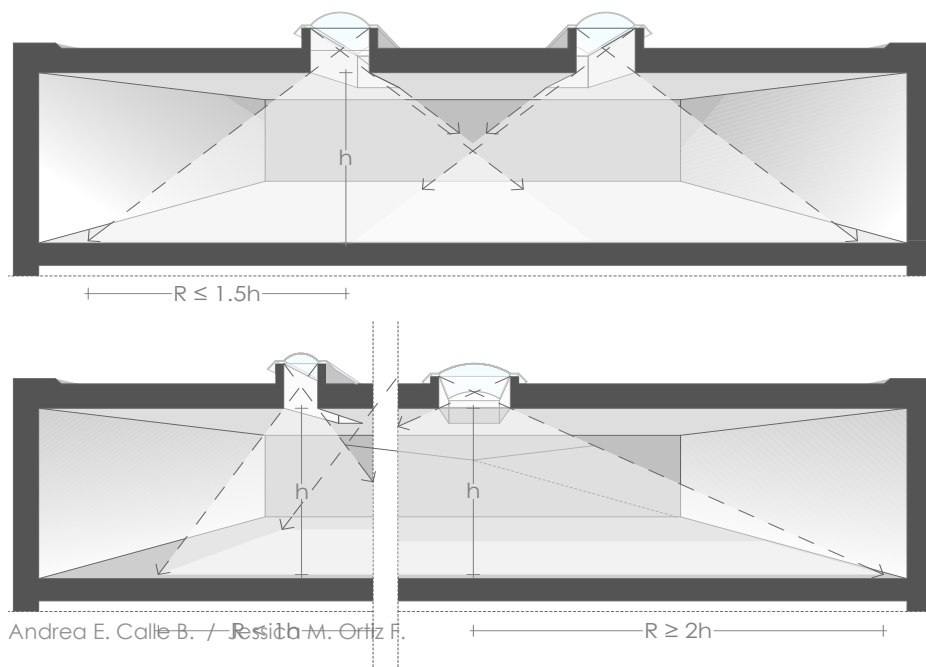
En luz cenital

1. *Claraboyas en cubierta:* se obtiene una buena uniformidad de luz y sombra, pero debe ser controlada, pues debido a la alta radiación solar directa que presenta, existe riesgo de sobrecalentamiento, pero puede ser controlado con el empleo de celosías.

Además, en climas fríos, al estar ubicados con relación directa al interior de la vivienda, se producen pérdidas térmicas por la combinación de convección y conducción, por esta razón se recomienda el empleo de doble vidriado hermético para aislar térmicamente.

El radio iluminado que se alcanza es de hasta 1.5 la altura del techo ($R < 1.5h$), se puede reducir si el conducto de luz es profundo o aumentar a dos veces la altura ($R = 2h$) si existe una superficie difusora de luz visible. Graf. 4.16.

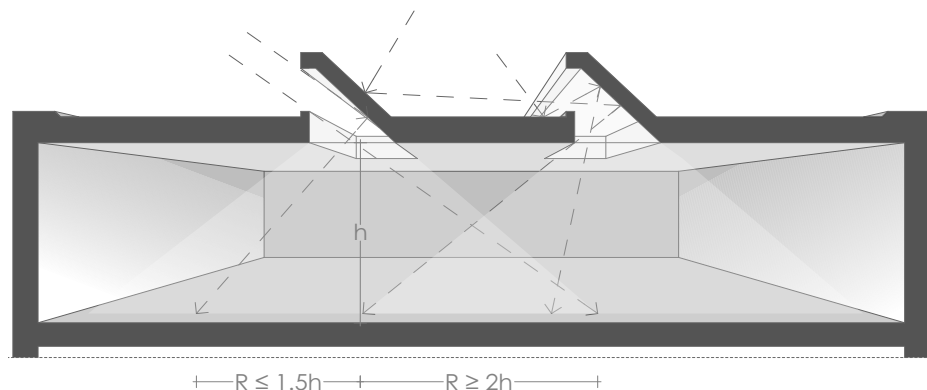
Gráfico 4.16 Claraboyas.





2. Otra solución son las cubiertas con forma de “diente de sierra”, donde su proyección luminosa es asimétrica, $R=1h + 2.5h$. Graf. 4.17.

Gráfico 4.17 Cubierta “diente de sierra”.



Elaboración: Grupo de Tesis

3. *Atrios*, en grandes lucernarios cenitales existe el riesgo de un sobrecalentamiento por exceso de radiación solar que debe ser prevista mediante una correcta ventilación perimetral. Esta solución se da para iluminar centralmente a las edificaciones. La razón de altura y ancho no debe superar a 2:1.

Sobre los acristalamientos

Utilizar vidrios totalmente transparentes, evitando los de color o reflectantes. Sin embargo, cuando se desee reducir la visión por motivos de intimidad o dispersar la radiación incidente, se pueden utilizar vidrios con distintos tratamientos como los de acabado mate.

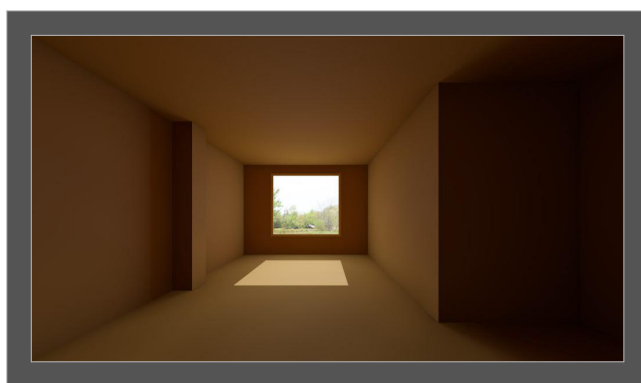
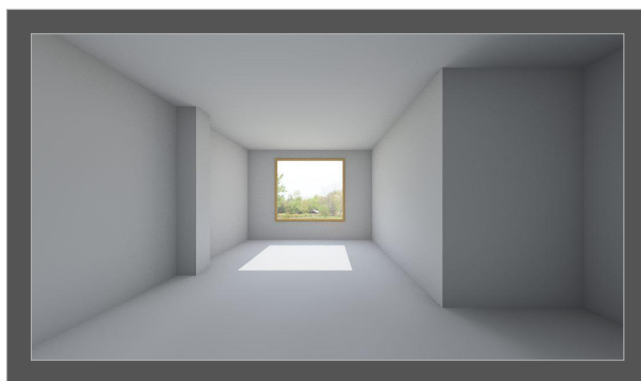
El vidrio claro simple tiene un alto factor de transmisión lumínica ($FI=0.90$), superior al doble vidrio ($FI=0.82$), pero también tiene el doble de pérdidas por conducción, siendo una característica sobre la cual debe reflexionarse.

Entonces para conseguir una iluminación natural sin elevadas ganancias de calor, en lugar de instalar grandes superficies con bajo factor luminoso, suele ser mejor reducir proporcionalmente la superficie y acristalar con vidrio claro, disminuyendo así el flujo total por conducción e incorporar protecciones solares exteriores mediante el diseño integrado de parasoles.

Sobre las superficies reflectantes del local

El flujo luminoso que penetra por ventanas no se extingue al incidir sobre las superficies interiores, sino que una parte será reflejada y difundida al resto de superficies del local. Esta reflexión de la luz permite la uniformidad de la iluminación al interior, especialmente cuando los espacios son muy profundos y las ventanas son relativamente pequeñas. Por lo tanto es conveniente definir el tipo de revestimiento de las superficies interiores de manera que se proporcione una elevada reflexión y difusión de la luz. Graf. 4.18.

Gráfico 4.18 Superficies reflectantes.



Elaboración: Grupo de Tesis

Sobre los sistemas de control

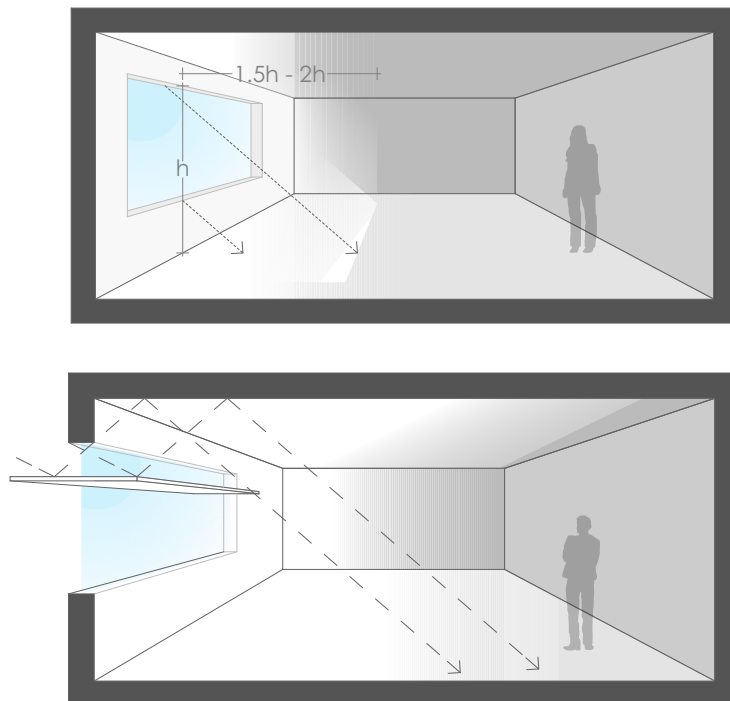
En numerosas ocasiones se puede ocasionar incomodidad visual por exceso de iluminación o sobrecalentamiento, debido a la penetración de la radiación solar directa en épocas calurosas, por ello es preciso diseñar sistemas de regulación de la luminosidad y de protección como viseras o lamas que estén pensadas en base a la orientación e inclinación solar y respondan a las necesidades lumínicas del espacio según la función o actividad que tenga. Es conveniente diseñar sistemas de regulación para facilitar su control por los usuarios mediante mecanismos cómodos y sencillos. La posición óptima de estos elementos de control (parasoles) es exterior.

Otro sistema puede ser el uso de protecciones solares en el interior del local como cortinas o persianas, que además resultan ventajosas en climas fríos, pues convierten la radiación absorbida en carga interna.

En el gráfico 4.19 se muestra como el uso de parasoles, comparado con las ventanas convencionales, puede mejorar la iluminación del fondo de una habitación. Se colocan parasoles horizontales a media altura de la ventana por encima de la línea de visión de los ocupantes para que refleje la luz interceptada hacia al fondo del espacio, de manera que se aumenta la uniformidad del nivel luminoso y se amplía el fondo útil.



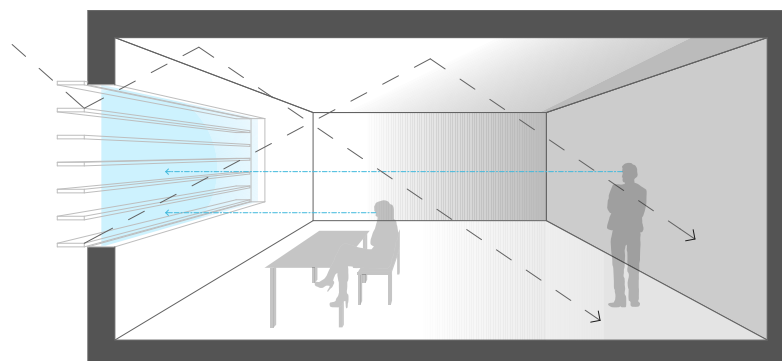
Gráfico 4.19 Uso de parasoles horizontales a media altura.



Elaboración: Grupo de Tesis

De la misma forma se pueden colocar bandejas horizontales al exterior que permitan una mejor protección solar con resultados luminosos similares, pero hay que controlar el riesgo de deslumbramiento por la visión de la superficie soleada de las bandejas, y también evitar que la distribución de las bandejas coincida con la altura de visión de los ocupantes de pie o sentados. Graf. 4.20

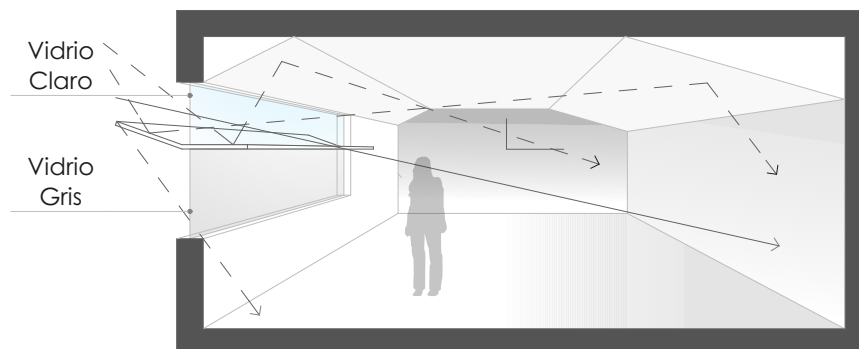
Gráfico 4.20 Uso de parasoles horizontales al exterior.



Elaboración: Grupo de Tesis

Otra estrategia que ayuda a controlar el exceso de luminosidad y el deslumbramiento producto de un exterior soleado, es utilizando vidrio gris o absorbente en la parte baja de la ventana pero conservando vidrios claros en la parte alta para una iluminación profunda. También se puede mejorar la reflexión interna del local con planos inclinados y reflectantes en el techo. Graf. 4.21

Gráfico 4.21 Estrategia para controlar el exceso de luminosidad .



Elaboración: Grupo de Tesis

Además, en el ámbito local se debe acotar que se cuenta con reglamentación que presenta normas enfocadas a garantizar una adecuada iluminación natural al interior de los espacios. El cumplimiento de esta ordenanza es requisito para la aprobación de un proyecto en la ciudad. En ella se exige que todos los espacios habitables (sala, comedor, estar, dormitorio, estudio) deben contar con iluminación natural por medio de vanos que permitan recibir luz directamente desde el exterior.

D. ILUMINACIÓN ARTIFICIAL

En toda vivienda se va a requerir la incorporación de fuentes luminosas artificiales, aunque tenga un buen aprovechamiento de la luz natural, y generalmente esta debe cubrir las necesidades de iluminación en horas nocturnas, y en otros casos complementar la iluminación natural cuando no sea suficiente.

La eficiencia energética es un factor fundamental a la hora de decidir la cantidad, distribución, direccionalidad, color, opciones de encendido y control, más otras características particulares de las luminarias, que pueden representar una mayor inversión inicial, pero si se evalúa el costo de la energía que consume toda la instalación lumínica durante su vida útil, se observa que en la mayoría de los casos este gasto es varias veces superior al costo inicial.^[33]

Por tanto para el diseño de iluminación artificial de un espacio se debe considerar:

-la *iluminancia de diseño (Em)* que depende de la actividad que se vaya a desarrollar en los espacios. Estos niveles de iluminación se encuentran normados y pueden ser calculados mediante fórmula, para la cual es necesario conocer ciertas especificaciones de las luminarias a usar:

$$Em = \frac{N * \phi_L * \mu}{S} * d$$

Donde: E=Nivel de iluminación
N= número de lámparas
 ϕ_L = Flujo de lámparas por luminaria en lúmenes
d= Factor de mantenimiento
 μ = Factor de utilización
S= Superficie del local

-La *distribución de iluminación* en el interior de la vivienda, que considera las superficies del local, es decir su capacidad de reflexión en base al color usado y al acabado de las mismas (lisas o rugosas).

En el libro "Acondicionamientos" su autor D'Alencon plantea tres enfoques para la iluminación artificial, los cuales responden a los requerimientos de los usuarios y al complemento con la iluminación natural.

1. Iluminación general, el objetivo de esta es proveer la luz de fondo mínima para la percepción adecuada del espacio y su circulación. La iluminación general se apoya en el empleo de luz indirecta, es decir que arquitectónicamente se incluyen cenefas, luminarias montadas en los muros o sobre ventanas con dirección hacia abajo, cornisas montadas en muros o cielo rasos dirigidos hacia arriba o apliques colocados en muros y con iluminación dirigida hacia arriba y al muro.

2. Iluminación de trabajo, esta tiene como objetivo conseguir los niveles de iluminancia requeridos para realizar tareas específicas. Se tiene que la razón entre la iluminación general y la de trabajo debe ser del orden 1:3, con lo que se proporciona al ojo una adaptación mínima al cambiar del ámbito general al específico.

3. Iluminación puntual, es aquella que permite hacer énfasis lumínico en detalles arquitectónicos, aportando variedad e interés en los espacios. Al emplear este tipo de iluminación, se debe tener claro las características del elemento a subrayar y las luminarias a utilizar. La relación máxima recomendada con respecto a la iluminación general y puntual es de 1:20; una relación que no aporte molestias y de máximo contraste lumínico es 1:10; mientras que la razón mínima 1:5, es aquella que permite una diferencia de contraste.

D1. Presencia de Sensores, estos contribuyen a reducir el consumo de energía por electricidad, por ejemplo en el caso de sensores de movimiento se garantiza el apagado de las luces al estar desocupados los espacios, también los sensores de luz de día operan evitando el encendido del sistema de iluminación mientras que la luz natural sea suficiente para la ejecución de tareas (graf. 4.22).^[86]

[86] Azuara, F., Mezquida M., Proyecto de Ahorro de energía para el instituto tecnológico de Villahermosa, in Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica, 2004, Universidad Veracruzana: Veracruz, México.

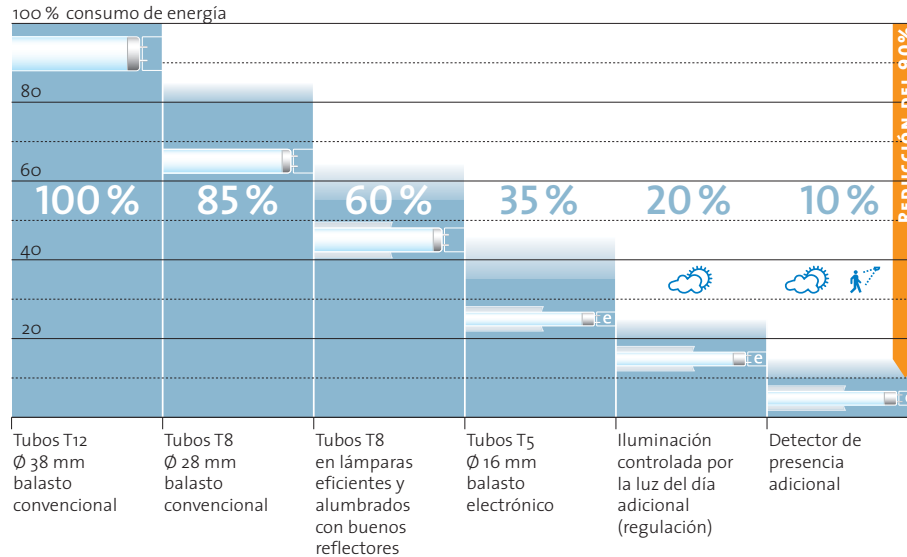
En los métodos de certificación que se analizaron, se recomienda que las luminarias externas estén controladas, mediante el uso de relojes astronómicos, temporizadores, sensores de luz natural, sensores de movimiento o células fotovoltaicas integradoras.

En el país ha aumentado las importaciones de sensores de movimiento ya que cada vez los usuarios los instalan en pasillos, escaleras y garajes. También se ha incrementado la colocación de sensores lumínicos, que al contrario de los de movimiento, estos detectan la luz solar y varían la

potencia necesaria para la iluminación artificial. “No es lo mismo tener un foco encendido durante horas en comparación a un sensor que ofrece luz por unos cuantos minutos.” [87]

[87] El uso de sensores en las casas se duplicó en cuatro años en Ecuador. El Comercio 2014 11-May-16; Available from: <http://www.elcomercio.com/tendencias/tecnologia/de-sensores-casas-se-duplico.html>.

Gráfico 4.22 Reducción del consumo eléctrico según el uso de tecnología eficiente .



Fuente: “Proyecto Piloto de Iluminación Eficiente”, UNAM. 2009

Estrategias

Tabla 4.3 Sistemas de control lumínico.

ESTRATEGIAS	DESCRIPCIÓN	AHORRO POR CONSUMO DE ELECTRICIDAD
Regulación por el uso de atenuadores	Ajusta el nivel de luz para cada espacio	15 a 20%
Control personal	Las personas pueden mediante una unidad de control remoto regular el nivel de iluminación	10%
Sensores de presencia/ausencia	Automáticamente encienden o apagan las luces al detectar la presencia o ausencia de personas	15%
Control de luz natural	Regula la luz artificial cuando se detecta suficiente luz natural	15%
Programación de apagado /encendido	Se programa para que automáticamente se regule o apague la luz en determinados momentos del día	10%

Fuente: Estudio K
Elaboración: Grupo de Tesis

D2. EFICACIA LUMINOSA E ÍNDICE DE REPRODUCCIÓN CROMÁTICA (IRC).

La eficacia luminosa (lm/w) es la relación entre el flujo que emite la lámpara (lúmenes) y la potencia eléctrica absorbida (vatios).

Indica el rendimiento de una lámpara, de manera que cuanto mayor sea la eficiencia luminosa, más económico resulta el empleo de una fuente luminosa. [88]

[88] Re, V., Iluminación Interna. 1989: Marcombo.



[89] Schröder. Reproducción Cromática. 2016. 23-May-2016; Available from: <http://www.schreder.com/cis-es/Centro-Formacion/Esencial-Alumbrado/Pages/Colour-rendering.aspx>.

La reproducción cromática guarda relación con el modo en que aparece un objeto bajo una fuente de luz. Su unidad de medida es el "índice de reproducción cromática" o IRC. Un IRC bajo provoca que los objetos parezcan poco naturales bajo la acción de la fuente luminosa, mientras que un índice alto permite que los colores de un objeto se vean más naturales. Las lámparas que poseen un IRC mayor a 80 son consideradas excelentes para el reconocimiento del color.^[89]

Estrategias

Para ambas magnitudes, en los métodos de certificación se establecen ciertos valores mínimos a cumplir, los cuales aseguran que las luminarias sean energéticamente eficientes y además de esto se exige que tengan una calificación energética mínima B.

De manera que al momento de adquirir una nueva lámpara se deberá comprobar en las especificaciones del producto que cumpla:

-Para luminarias exteriores, una eficacia luminosa de al menos 50 lúmenes/vatio* cuando IRC sea ≥ 60 o 60 lúmenes/vatio* cuando la luminaria tenga un IRC < 60 .

-Para luminarias interiores, una eficacia luminosa superior a 55lm/W.

-Además que todas las luminarias, tanto internas como externas, tengan calificación mínima B*, por lo cual se recomienda usar lámparas ahorradoras pues éstas sí alcanzan calificación B, según el cálculo que se estipula en la norma INEN 260 (Anexo 10). Tabla 4.4

*Los requisitos expuestos son tomados de las exigencias que se establecen en certificación BREEAM.

Tabla 4.4 Calificación energética de distintos tipos de lámparas.

LÁMPARAS	POTENCIA (W)	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA	OBSERVACIONES
FLUORESCENTE	15	B	Las lámparas y potencias que se muestran en la tabla corresponden a las encontradas en los levantamientos de campo que se realizaron.
	20	B	
	25	B	
	32	B	
	10	B	
	11	B	
	15	B	
	20	B	
INCANDESCENTE	42	B	
	60	B	
	80	C	
	100	D	
LED	110	F	
	4,5	A	
	5	A	
	6	A	
	7	A	
	8	A	
	9,5	A	
	10	A	
	13	A	

Fuente: INEN 260
Elaboración: Grupo de Tesis

4.2 Otras estrategias de reducción del consumo energético de una vivienda.

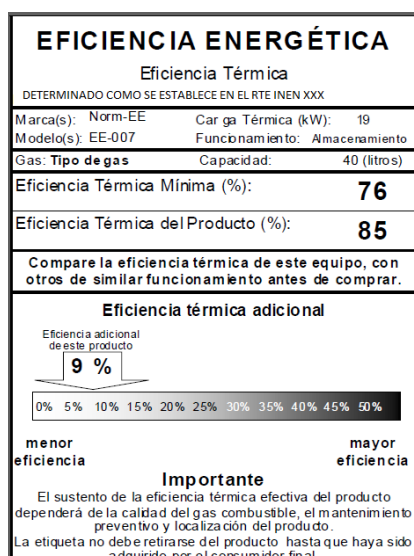
4.2.1 Agua Caliente Sanitaria (ACS)

E. EFICIENCIA DE EQUIPOS DE ACS

La **eficiencia térmica del calefón**, según la INEN 109, es la relación entre el calor absorbido por el agua y el calor liberado por el combustible, expresado en porcentaje.

En los métodos de evaluación que se analizaron, se exige que los equipos para el calentamiento de agua sanitaria tengan un valor mínimo de eficiencia térmica, (Calentador solar $\geq 60\%$ de la carga anual de ACS, según LEED) pudiendo comprobarse en la especificación técnica del equipo. En el RTE INEN 109 en su artículo 9.1 también se pide como requisito que en la placa o etiqueta con que cuentan los calentadores debe señalarse la eficiencia térmica mínima, sin embargo en todos los calefones observados en el levantamiento no se pudo encontrar este valor. Graf. 4.23

Gráfico 4.23 Ejemplo de distribución de la información de la etiqueta para calentador de agua a gas.



Fuente: RTE INEN 109-2014

Adicionalmente, como es conocido en el ámbito local, se han presentado varios casos de muerte por inhalación de monóxido de carbono (CO), que es un gas producido por los calefones; por lo tanto se exige en el artículo 5.2 de la norma INEN 2124:98, que en ningún caso los calentadores de agua de paso continuo se instalarán en áreas interiores como cuartos de baño, dormitorios o en compartimientos tales como armarios, clósets u otros similares.

F. EFICIENCIA DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE ACS

Rendimiento del sistema, este indicador evalúa el diseño e instalación de un sistema de distribución de agua caliente eficiente energéticamente. Para ello se considera como requisito la longitud máxima de las tuberías, pues se asume que mientras menor sea el recorrido desde la fuente de agua caliente hasta el punto de suministro, menor calor se perderá.^[90] Con lo cual, para una tubería con diámetro de 13mm (1/2pulg), la cual se usa comúnmente en el contexto local, según LEED la longitud máxima de la tubería en su ramal más largo debería ser de 13m.

[90] (USGBC), U.S.G.B.C., LEED v4, Home: Design and Construction. 2013.

G. TECNOLOGÍAS BAJAS EN CARBONO

Contribución mínima anual de energía renovable

En una vivienda la demanda de ACS representa importantes consumos de gas licuado de petróleo (GLP), el mismo que puede ser disminuido considerablemente si se utiliza una fuente de energía renovable (el sol). Un sistema solar térmico permite transformar la radiación solar en energía calorífica útil, lo que permite conseguir un ahorro de la energía convencional.

Sin embargo, el sistema solar térmico debe ser complementado con un sistema convencional (calefón), que le sirva como apoyo, para que en los casos que no se pueda llegar a la temperatura requerida de uso, se la alcance con el uso de un calefón.

Del libro "Guía de diseño para la eficiencia energética en la vivienda social" se exponen a continuación varias consideraciones para el diseño eficiente de una instalación solar.

-Ubicación: el punto de consumo (baño, cocina) debe estar lo más cerca posible de los sistemas de acumulación y captación, permitiendo disminuir las pérdidas de calor por transporte del fluido a través de las tuberías.

-Orientación: La orientación óptima permite aprovechar la máxima radiación solar. Se recomienda que en el hemisferio sur se orienten hacia el norte, y en el hemisferio norte se coloquen hacia el sur. En nuestra localidad, por nuestra latitud de -2°54', se debería orientar ligeramente hacia el norte.

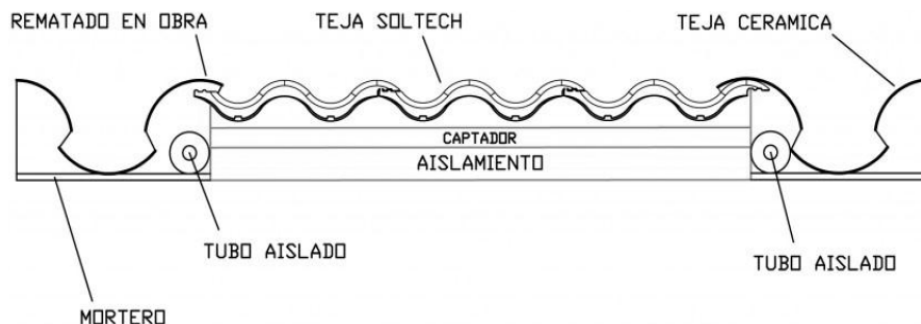
-Inclinación: la inclinación óptima será igual a la latitud del lugar, sin embargo en el CAP.14 de la NEC-11 se manifiesta que esta inclinación debería estar entre 5 y 15° para evitar las acumulaciones de suciedades en la superficie de los módulos. Variaciones en la orientación y en la inclinación respecto del óptimo generan pérdidas del rendimiento, del mismo modo que por la presencia de sombras sobre el colector.

-Estructura soportante: deberá considerar la ubicación (sobre el techo o sobre el suelo), y el peso propio de la instalación a soportar.

-Integración con la vivienda: el grado de integración va a ser mayor o menor si la estructura soportante del sistema solar se encuentra superpuesta o integrada a la estructura de la vivienda. Esta integración debe considerar no solo a la placa sino también al estanque acumulador (cuando sea al caso). Para conseguir una mejor integración con la vivienda, se debería pensar en todos los factores de la instalación durante la etapa de diseño.

En este sentido, actualmente existen varias soluciones de colectores solares que se adaptan de mejor forma al diseño arquitectónico de la edificación, como por ejemplo captadores con un acabado en tejas, que consiste en tejas de vidrio transparente bajo las cuales se sitúa un elemento absorbente y debajo de este se encuentran los conductos y el aislante térmico. En este caso, la cubierta de teja de vidrio genera una cámara estanca creando la trampa de infrarrojos necesaria que permite calentar el líquido que circula por los ductos del captador (graf. 4.24). Sin embargo debe considerarse la inclinación de la cubierta y latitud del proyecto para un correcto funcionamiento de este tipo de colectores solares.

Gráfico 4.24 Captadores con acabado de teja de vidrio.



Fuente: Integración arquitectónica de colectores solares térmicos cerámicos para clima mediterráneo, UIC Barcelona, 2016. [91]

[91] R, J., Integración arquitectónica de colectores solares térmicos cerámicos para clima mediterráneo. 2016, UIC Barcelona.

Colectores solares térmicos

Un sistema que se podría utilizar por considerarse más económico en comparación con los paneles fotovoltaicos, es el de colectores solares térmicos. Estos permiten la obtención de agua caliente sanitaria a bajas temperaturas (menores a 100°C). Se componen por un sistema colector, que puede ser placa plana o tubos al vacío, un estanque acumulador de agua caliente, un líquido que circula en el circuito y las conexiones a la red de agua de la edificación.

-Colectores de placas planas:

La placa colectora es normalmente de cobre. Esta placa está conformada por ductos por donde circula el fluido portador del calor. De acuerdo al tipo de líquido portador de calor, el sistema puede ser directo o indirecto.



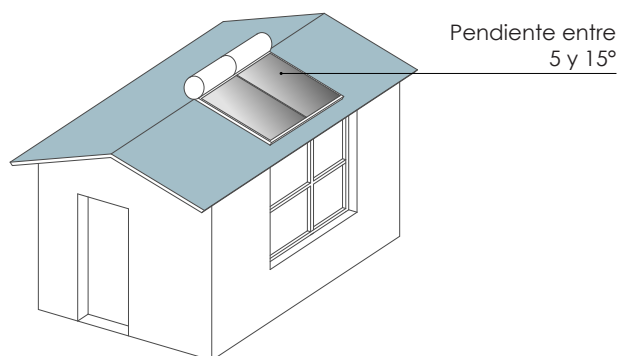
El sistema directo implica que el agua para el consumo es la que circula por la placa y se almacena en el estanque previo al paso a la red de la vivienda.

En el sistema indirecto, existe un líquido que circula a través de la placa colectora, el que luego transfiere calor, mediante un intercambiador, al agua de uso doméstico en el estanque de almacenamiento.

De acuerdo al método que se utiliza para la circulación del fluido portador del calor, se tienen los sistemas naturales (o de termosifón) o forzados.

En los colectores con circulación natural, el líquido del circuito se desplaza por acción de las variaciones de densidad provocadas por las diferencias de temperatura que se generan en él. Por esta razón el estanque acumulador debe ubicarse sobre las placas colectoras. Graf.4.25

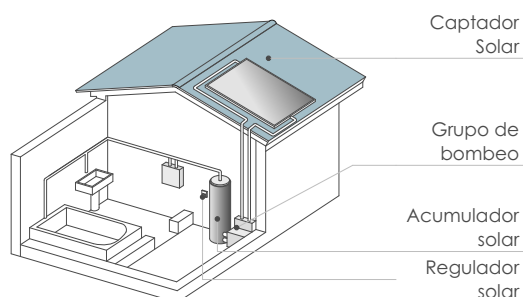
Gráfico 4.25 Colectores con circulación natural.



Fuente: Guía de Diseño para la Eficiencia Energética en la Vivienda Social, 2009.
Elaboración: Grupo de tesis

En los colectores con circulación forzada, una bomba es la que genera el desplazamiento del líquido, por lo tanto el estanque puede estar a nivel de piso. Graf. 4.26

Gráfico 4.26 Colectores con circulación forzada.

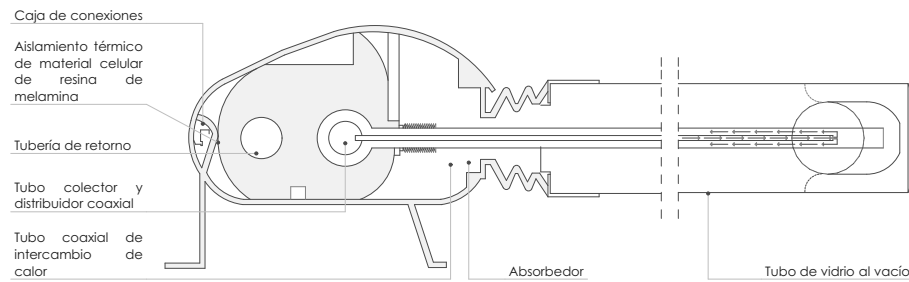


Fuente: Guía de Diseño para la Eficiencia Energética en la Vivienda Social, 2009.
Elaboración: Grupo de tesis

-Colectores de tubos al vacío:

Normalmente de mayor eficiencia que los anteriores pero de mayor costo. En estos sistemas, la placa colectora es reemplazada por una serie de tubos paralelos al vacío, a través de los cuales se ha instalado una tubería por donde circula el líquido portador de calor, el que posteriormente continúa en un circuito similar al de colectores planos. (graf. 4.27)

Gráfico 4.27 Colectores con tubos al vacío.



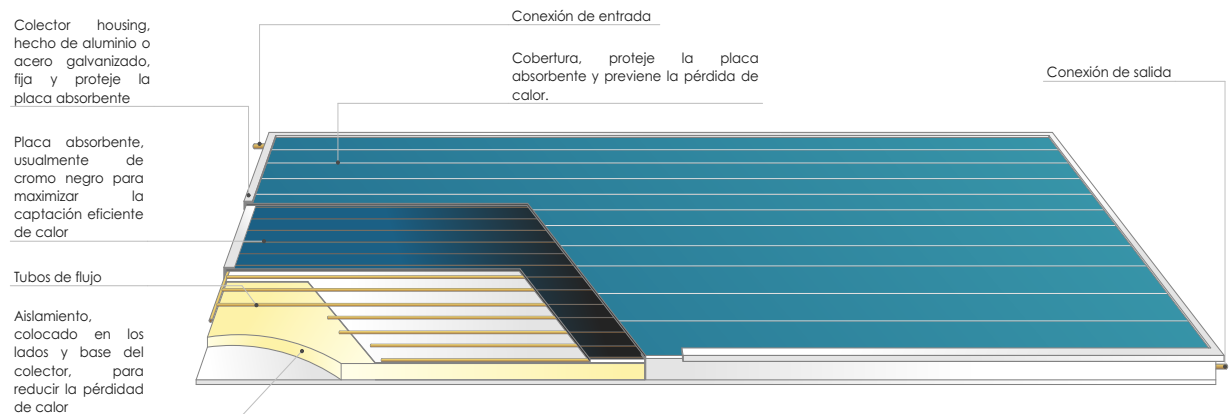
Fuente: Integración arquitectónica de colectores solares térmicos cerámicos para clima mediterráneo, UIC Barcelona, 2016.
Elaboración: Grupo de tesis

-Captadores solares planos con cubierta de vidrio:

Estos captadores pueden usar como fluido de transferencia de calor tanto líquido como aire (graf. 4.28). Se compone de un elemento metálico, cuya función es absorber, parecido a un serpentín o una parrilla y de unos tubos metálicos que contienen un fluido portador de calor. Esta parrilla transmite la energía solar en forma de calor a los tubos, que a su vez lo llevan al depósito de almacenamiento. La parrilla está situada en el interior de una carcasa debidamente aislada, y que está recubierta de un vidrio por la cara expuesta al sol, de tal forma que en su interior se produce un efecto invernadero. ^[91]

Dentro del mismo criterio, contribución mínima de energía renovable, en el Cap. 13 de la NEC-11, se establecen ciertos requisitos para el rendimiento de las instalaciones de ACS, sin embargo estas no se aplican a escala de vivienda unifamiliar, no obstante, es importante mencionarlos, pues se pueden considerar como referencia.

Graf 4.28 Captadores solares planos con cubierta de vidrio.



Elaboración: Grupo de tesis



Tabla 4.5 Regulación para ACS de la NEC-11 Cap.13.

	REQUISITOS	VARIABLES	DESCRIPCIÓN
ACS	RENDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES ACTIVAS	Generalidades	Contribución mínima anual de energía renovable. Para el uso final ACS el porcentaje de aporte con energía renovable es del 75%
			Aislamiento en ductos suficiente para que la pérdida de calor no sea mayor que el 4% de la potencia térmica que transportan. Cuando la potencia térmica a instalar de generación de calor o frío es $\leq 70\text{Kw}$ los espesores del ducto para fluidos fríos es de 22,5mm y para fluidos calientes de 18mm.

Elaboración: Grupo de Tesis

4.2.2 Electrodomésticos

H. ELECTRODOMÉSTICOS ENÉRGICO-EFICIENTES

Los electrodomésticos con etiqueta de eficiencia energética, proponen reducir el consumo de energía a través de la instalación de electrodomésticos eficientes, especialmente de refrigeradores, secadoras, lavadoras y lavavajillas. [24, 92]

[92] Global, B., BREEAM ES, in Manual BREEAM ES Vivienda. 2011, Building Research Establishment: España, p. 314.

Los sellos de eficiencia energética se encuentran disponibles para equipos como computadoras, televisiones, cocina y demás, permitiendo de esta manera determinar qué equipos son más eficientes al momento de consumir electricidad. La etiqueta Energy Star, promueve electrodomésticos, equipos de oficina e iluminación energéticamente eficientes a la vez que se reduce las emisiones de GEI.

Si bien la adquisición de electrodomésticos depende de los usuarios, es importante guiarlos para que conjuntamente con el diseño arquitectónico, se pueda mejorar la calidad de vida dentro y fuera de la vivienda. [93] Para ello se recomienda:

[93] UEN, G.d.E., Guía para interpretar etiquetas energéticas en refrigeradores domésticos, A.d.C.d. Energía, Editor.: San José, Costa Rica.

- Elegir un electrodoméstico nuevo de fábrica.
- Que las características, capacidad o volumen útil concuerden con las necesidades familiares. En el caso de refrigeradores se aconseja uno de 258 lt a 315 lt para una o dos personas; 395 lts a 480 lts para tres o cuatro personas, por cada persona que se adicione se debe agregar 55 lts. [93]
- Comparar las etiquetas energéticas de los equipos similares y escoger el que consuma menos energía total (kWh/año).

4.2.3 Espacio de Secado

I. ESPACIO EFICIENTE PARA EL SECADO DE ROPA, el objetivo de este indicador es habilitar un espacio para secar la ropa con bajo consumo de energía. Además se recomienda que si el espacio se encuentra dentro de la vivienda y es un medio habitable, este debe contar con las exigencias acústicas, térmicas y de salubridad adecuadas; mientras que al ser un medio no habitable, debe estar ventilado adecuadamente mediante controles de humidificación o respiraderos pasivos. Si el espacio de secado se encuentra en el exterior, debe contar con los accesorios necesarios para soportar la longitud mínima de tendal.^[92]

Se recomienda (graf. 4.29) que:

-El metraje total mínimo de tendal sea igual a 4 o más metros en viviendas de 1-2 dormitorios

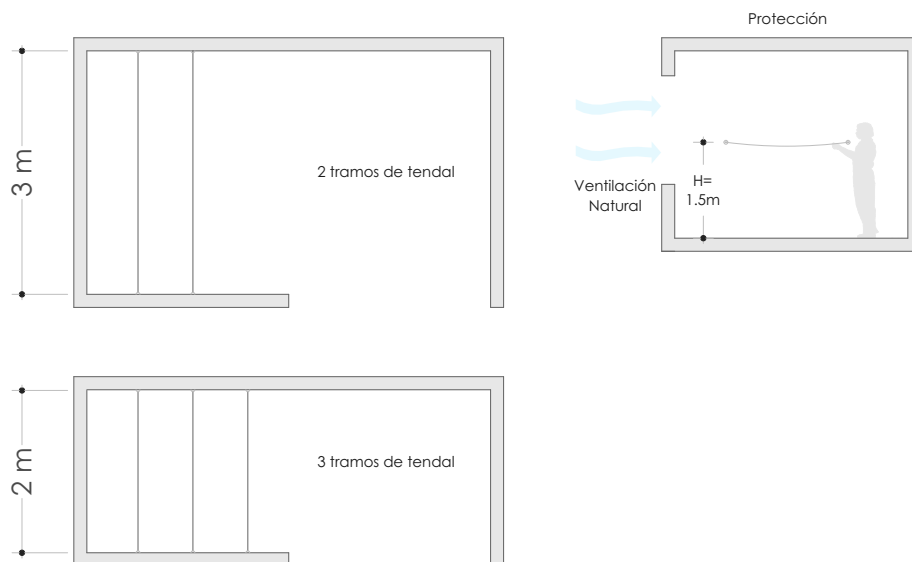
-El metraje total mínimo de tendal sea de 6 o más metros en viviendas de 3 o más dormitorios.

-El tramo de tendal debe ser mínimo de 1m.

-La altura mínima sea 1.5m;

-El espacio de secado debe contar con protección ante las inclemencias del tiempo, estar ventilado naturalmente y ubicado en un lugar donde se proteja de las vistas externas

Graf 4.29 Espacio de secado.



Elaboración: Grupo de tesis



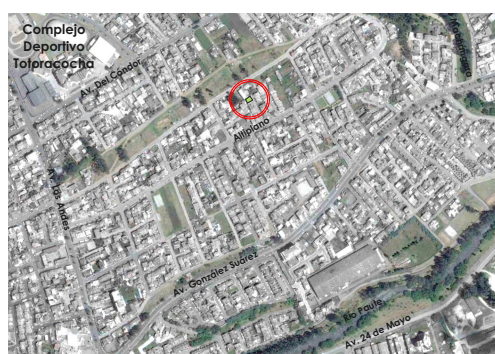
4.3 Aplicación de estrategias a una vivienda seleccionada.

4.3.1 Análisis del Micro-clima

Al tener la información recolectada por estaciones meteorológicas se consigue un panorama general de la zona donde está ubicada cada estación, es por eso que se debe tomar en cuenta las condiciones locales en el micro-clima del sitio de estudio.^[83] Ante esto, se analizan y describen aspectos geográficos y ambientales.

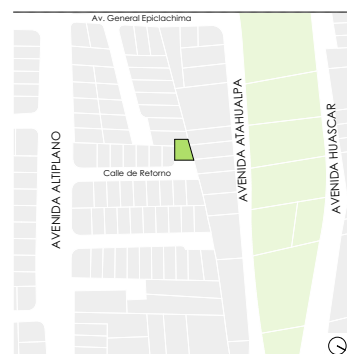
La vivienda se encuentra en la parroquia Machángara a 570m del río Tomebamba y en una zona cercana a avenidas y equipamientos importantes como son la Av. De las Américas, Av. González Suárez y el Complejo deportivo de Totoracocha. (graf. 4.30) La residencia se encuentra al final de una calle de retorno, su fachada principal está orientada a 109° en sentido horario con respecto al Norte y se ubica en la latitud 2°53'27.23" S y longitud 78°58'17.49"O a 2491 m.s.n.m. (graf. 4.31)

Graf 4.30 Ubicación geográfica del caso de estudio.



Fuente: Google Earth, 2016
Elaboración: Grupo de tesis

Graf 4.31 Emplazamiento del caso de estudio.



Elaboración: Grupo de tesis

Los elementos climáticos (tabla 4.6) indican que el sector presenta una temperatura promedio anual de 15.35°C, siendo el período frío entre junio y septiembre, presentando valores mínimos de precipitación y temperatura, pues la mínima registrada corresponde al mes de septiembre, con 7.2°C. Los meses más calurosos están comprendidos entre noviembre y marzo, con temperaturas promedio y máximas, superiores a los 15.5°C y 23°C, respectivamente.

En cuanto a la humedad relativa, es importante relacionarla con la temperatura, pues conforman un aspecto importante a considerar para las condiciones de confort higrotérmico, puesto que las personas deben estar satisfechas con el ambiente al que entran en contacto. Ante esto se recomienda temperaturas entre 20°C y 25°C y una humedad relativa entre el 30% y 65%, ya que entre mayor humedad haya en el ambiente menor será la transpiración de los usuarios. [94]

[94] Ocupacional, F.I.d.S.y.S., Confort higrotérmico y cuidado ambiental.

Se observa en la tabla 4.6 que la humedad relativa adecuada corresponde a horarios de la tarde a lo largo del año, mientras que en la mañana ya se presentan valores superiores a los recomendados.

Tabla 4.6 Elementos climáticos para el caso de estudio

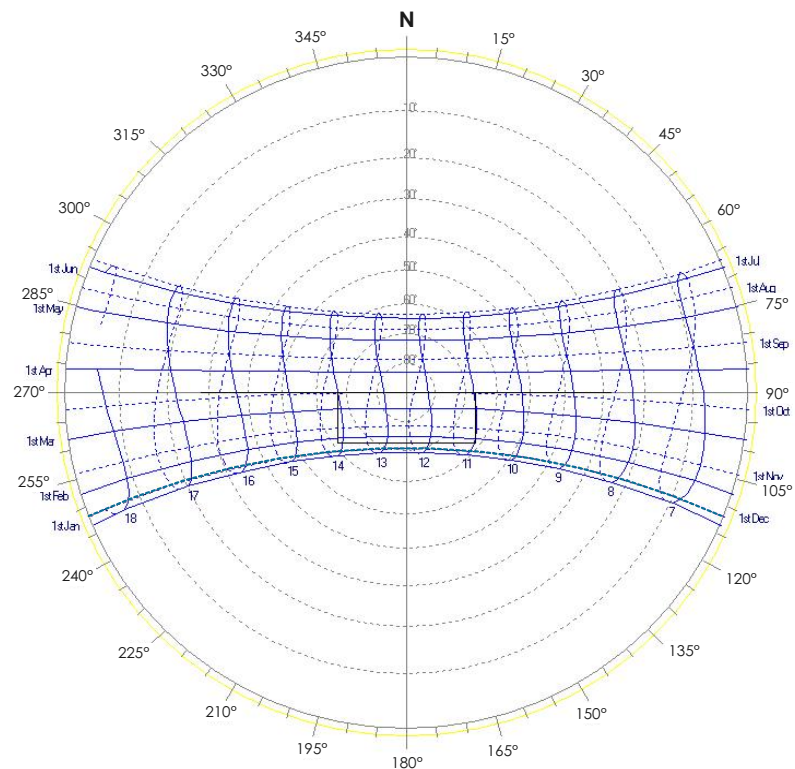
Temperatura promedio													
°C	Promedio Anual	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
	15.35	15.5	16.2	15.7	15.5	15.6	14.2	14.5	14.6	15.1	15.6	16.2	15.5
Temperatura máxima													
°C	Promedio Anual	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
	22.725	23.1	22.9	23	21.9	23.9	21.5	22.3	20.9	21.8	24	24.1	23.3
Temperatura mínima													
°C	Promedio Anual	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
	8.9	10.7	10.4	10.3	10.2	9.3	9.4	8.3	8	7.2	9	8.2	5.8
Promedio de luz solar por horas													
h	Promedio Anual	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
	12.9	13	13	12.9	12.9	12.9	12.9	12.9	13	12.9	12.7	12.8	12.9
Radiación solar													
Wh/m ²	Promedio Anual	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
	7841.583	8529	10001	7107	7450	7439	6258	6683	6955	9179	7954	8801	7743
Precipitación													
mm	Promedio Anual	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
	54.58	120	18	144	63	77	22	38	11	6	71	62	23
Humedad relativa en la mañana													
%	Promedio Anual	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
	72.917	74	69	78	76	76	77	77	71	67	72	69	69
Humedad relativa en la tarde													
%	Promedio Anual	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
	49.583	49	45	56	54	48	55	52	47	44	51	48	46

Fuente: Weather Tool, 2016
Elaboración: Grupo de Tesis

La carta solar estereográfica (graf. 4.32), nos ayuda a entender el recorrido solar y a distinguir los ángulos de soleamiento necesarios para la vivienda, de esta manera se puede aplicar correctamente las estrategias anteriormente analizadas sobre las fachadas adecuadas. En el gráfico 4.33 se observa que la fachada frontal (noreste) al ser la única que recibe soleamiento, es importante aprovechar la ganancia solar en horas de la mañana, especialmente desde las 7:00 hasta las 11:30.

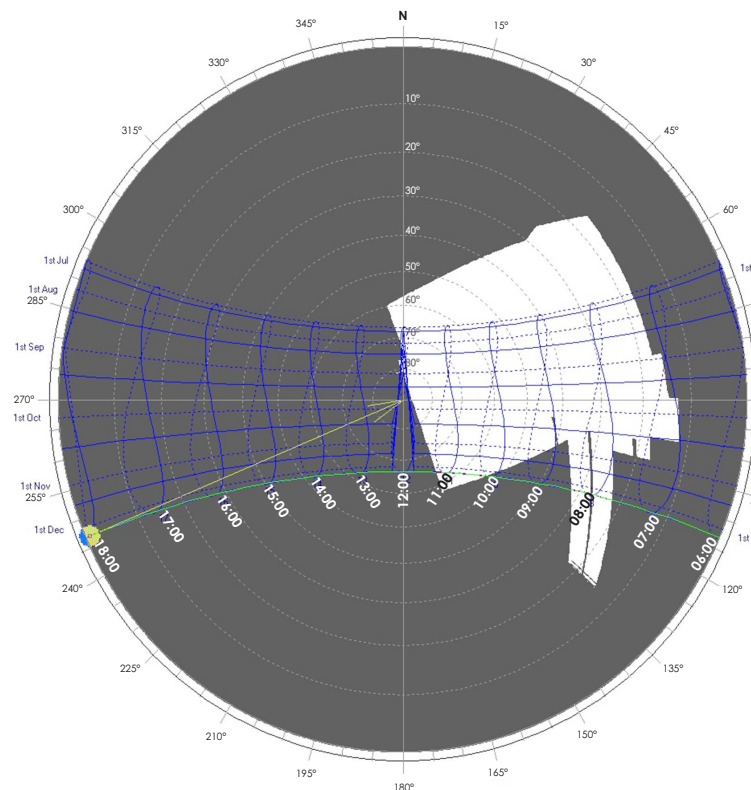


Graf 4.32 Carta solar estereográfica, Cuenca.



Fuente: AUTODESK® ECOTECT® Analysis, 2011 versión educativa
Elaboración: Grupo de tesis

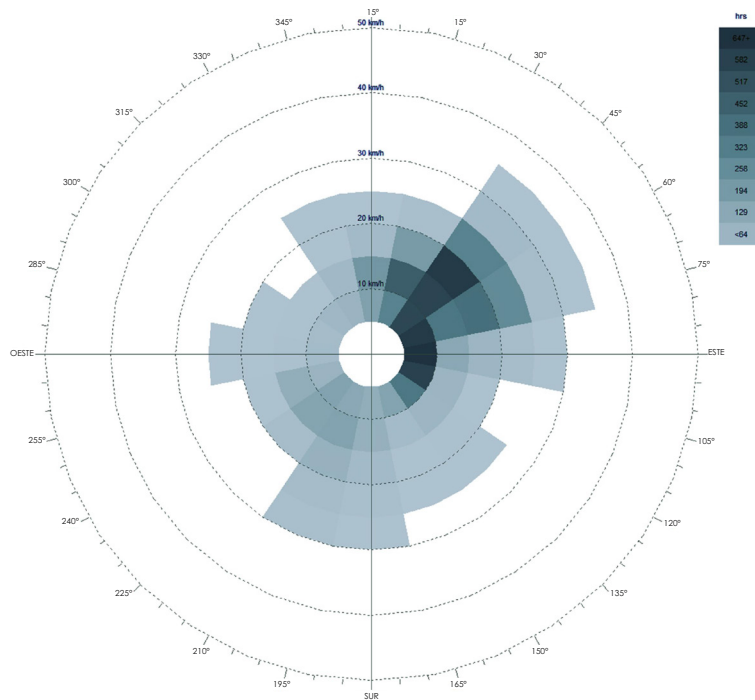
Graf 4.33 Trayectoria solar estereográfica de la fachada frontal, vivienda #4.



Fuente: AUTODESK® ECOTECT® Analysis, 2011 versión educativa
Elaboración: Grupo de tesis

Los vientos predominantes ocurren a 45° del Norte y con velocidades de 15km/h a 20km/h (graf. 4.34). Sin embargo al observar la diferencia de alturas entre la avenida principal y la vivienda (graf. 4.35), además de la presencia de viviendas al final de la calle con muros más altos que el caso de estudio, hace que los vientos circulen de manera ascendente hacia el final de la calle, por ende la vivienda no recibe un flujo de viento considerable (graf. 4.36).

Graf 4.34 Vientos predominantes del sector.



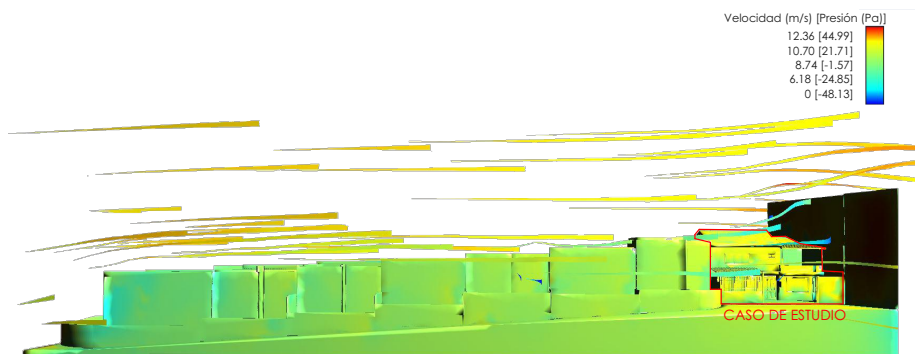
Fuente: AUTODESK® ECOTECT® Analysis, 2011 versión educativa
Elaboración: Grupo de tesis

Graf 4.35 Sección topográfica por la vía de acceso al caso de estudio.



Elaboración: Grupo de tesis

Graf 4.36 Dirección y velocidad de vientos a través de la vía de acceso .



Fuente: AUTODESK® FLOW DESIGN®, 2013 versión educativa
Elaboración: Grupo de tesis



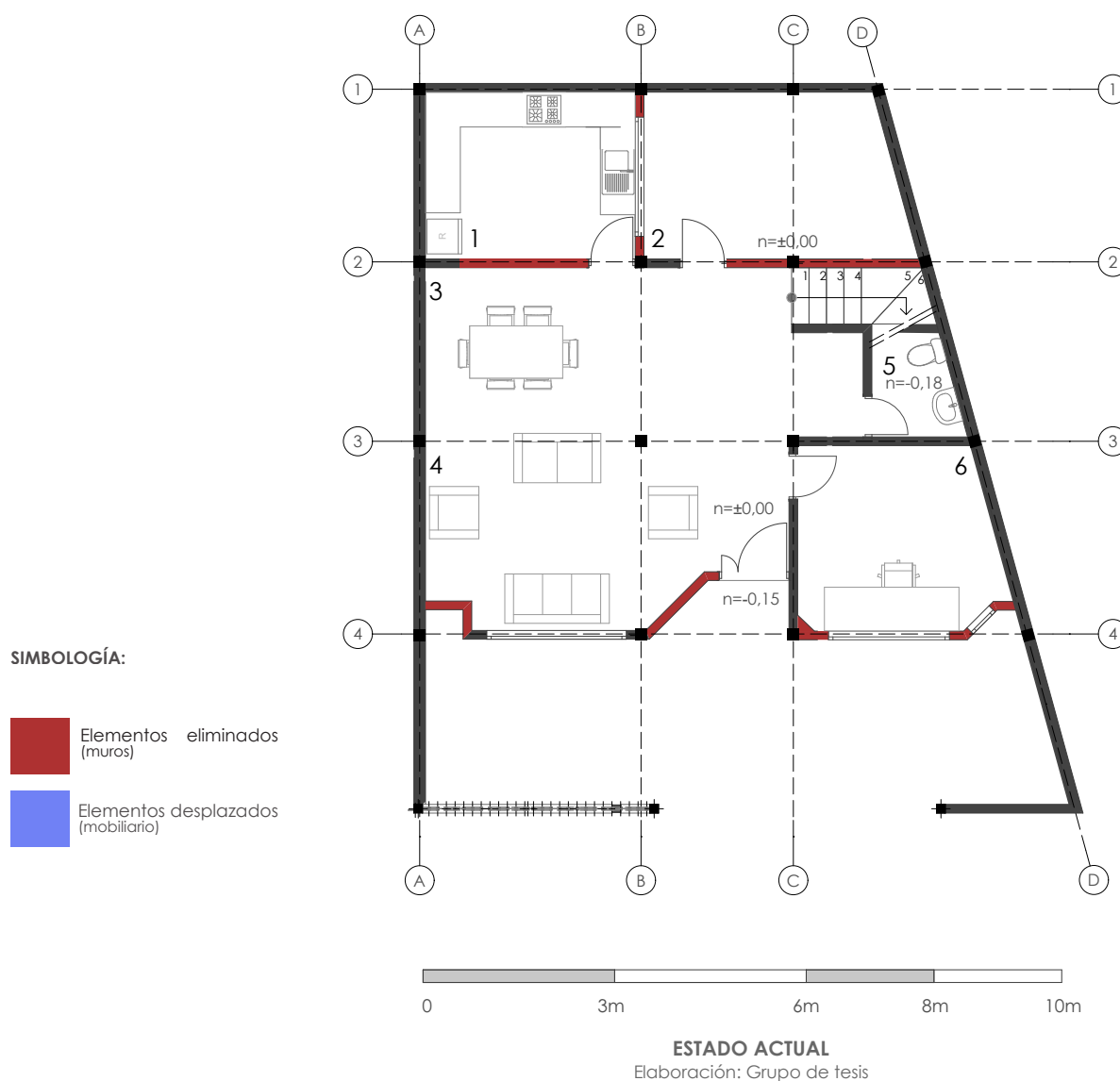
4.3.2 Aplicación de Estrategias de Eficiencia Energética

Previo a la aplicación de estrategias en la vivienda seleccionada, es necesario definir cuáles son las condicionantes del proyecto, siendo estas la estructura existente y la reglamentación que norma al sector, para ello se consideraron los planos aprobados de la vivienda en donde se permiten un área mínima de 123.3 m² con un retiro frontal de 3m y adosado en sus tres lados en planta baja, mientras que en planta alta se debe respetar un retiro posterior de 3m. Cabe acotar que en la construcción de la vivienda no se respetaron los planos aprobados.

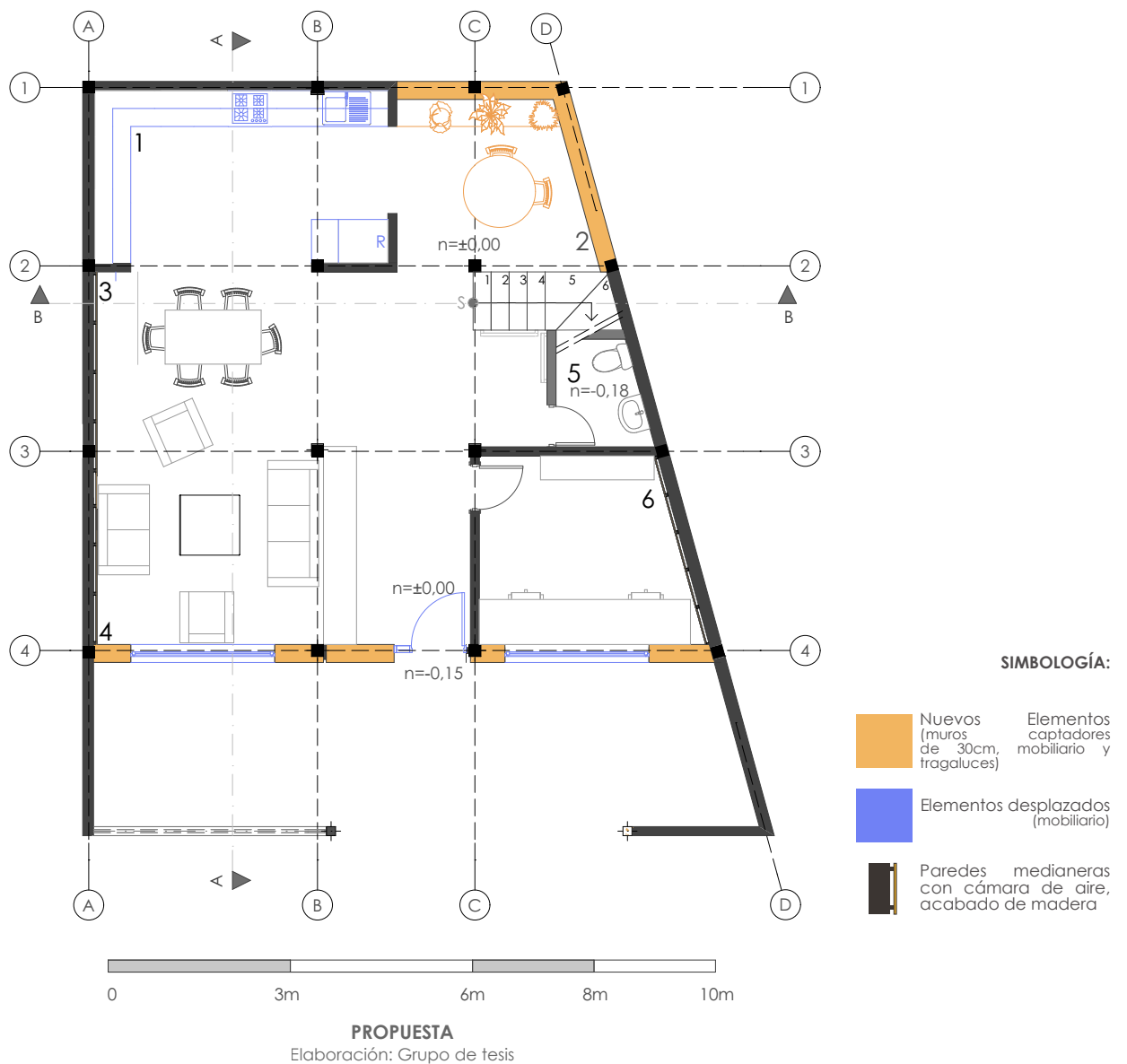
Además de los factores anteriores, es necesario considerar también las determinantes del proyecto, siendo estas la función y la interrelación de las diferentes estancias, teniendo en cuenta el confort espacial, lumínico y térmico de los mismos.

Bajo estos factores se presenta la siguiente propuesta:

Graf 4.37 Comparativa del estado actual con la propuesta - Planta Baja.

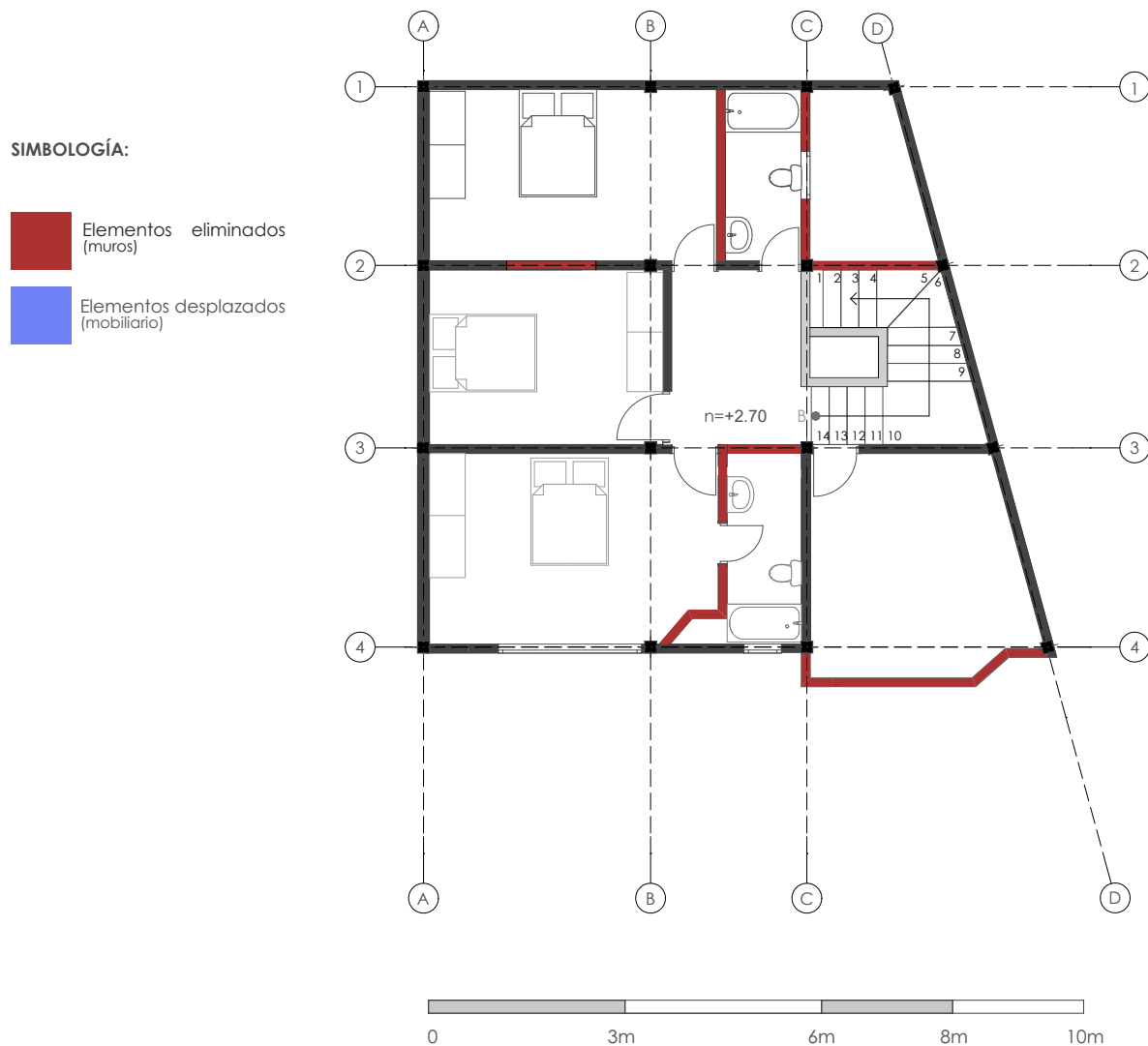


Graf 4.38 Comparativa del estado actual con la propuesta - Planta Baja.



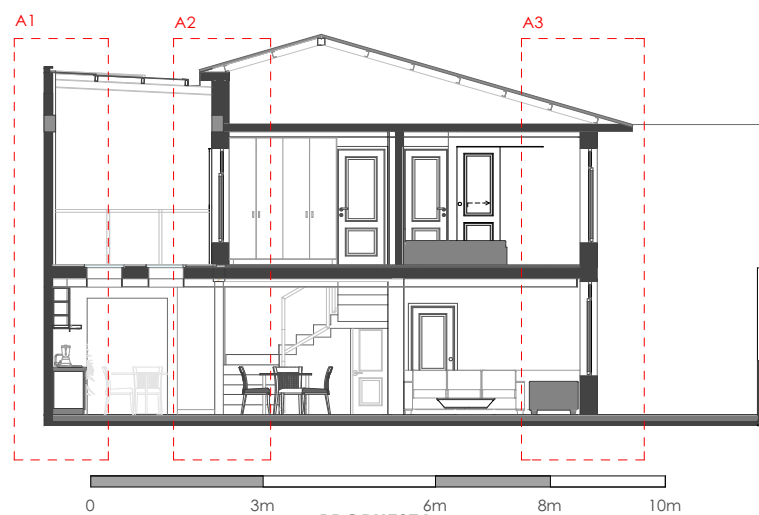


Graf 4.39 Comparativa del estado actual con la propuesta - Planta Alta.



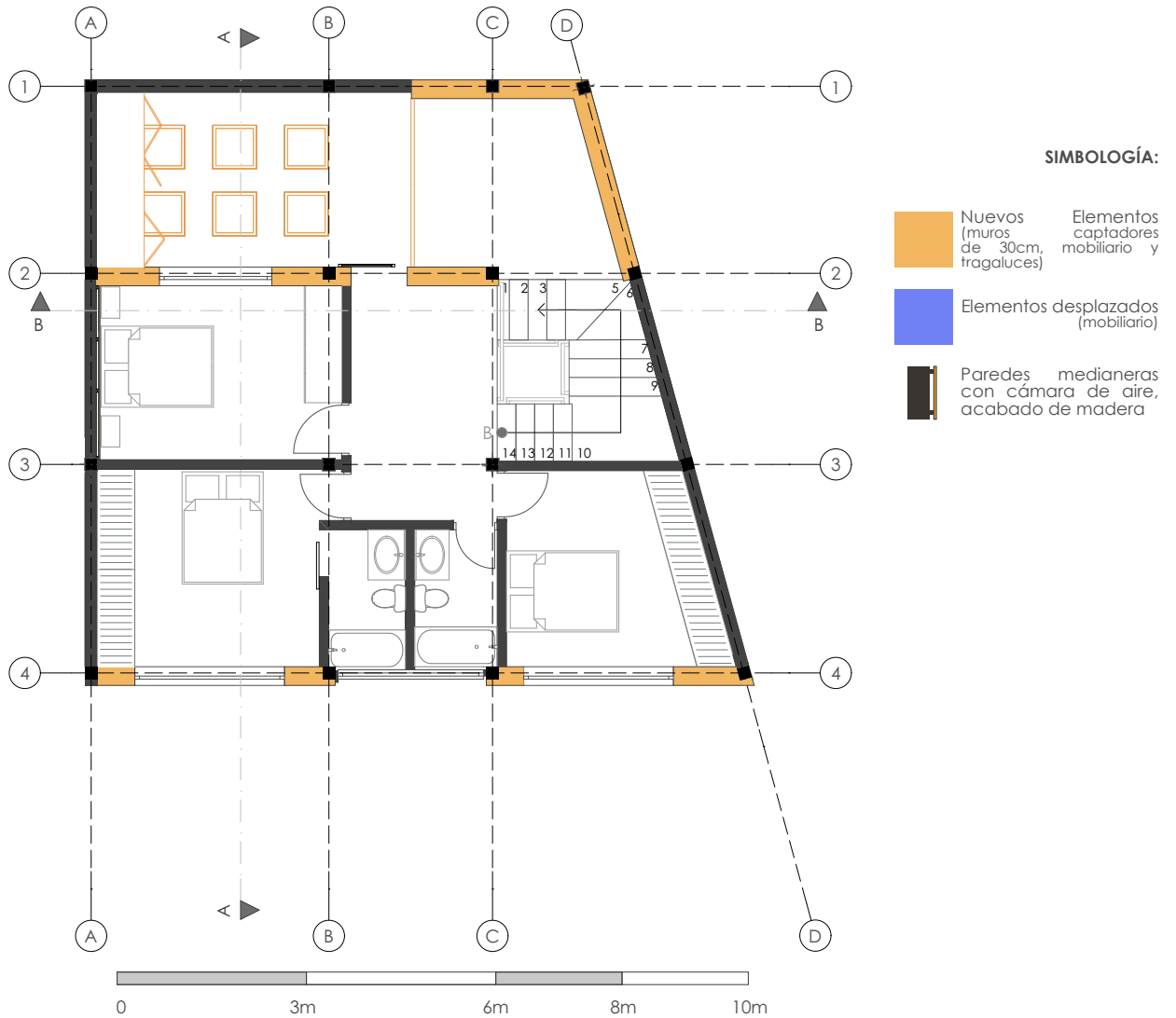
Elaboración: Grupo de tesis

Graf. 4.40 Corte A-A Ubicación de secciones constructivas



Elaboración: Grupo de tesis

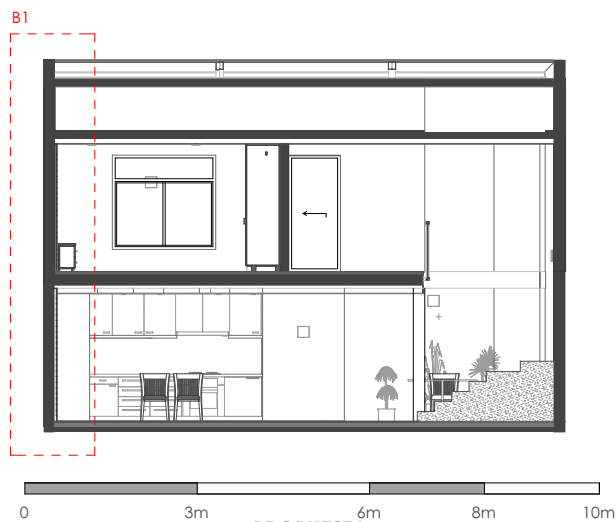
Graf 4.41 Comparativa del estado actual con la propuesta - Planta Alta.



PROPUESTA

Elaboración: Grupo de tesis

Graf. 4.42 Corte B-B Ubicación de secciones constructivas



PROPUESTA

Elaboración: Grupo de tesis

A. PROPIEDADES DE MATERIALES

A1, A2. Factor U y SHGC

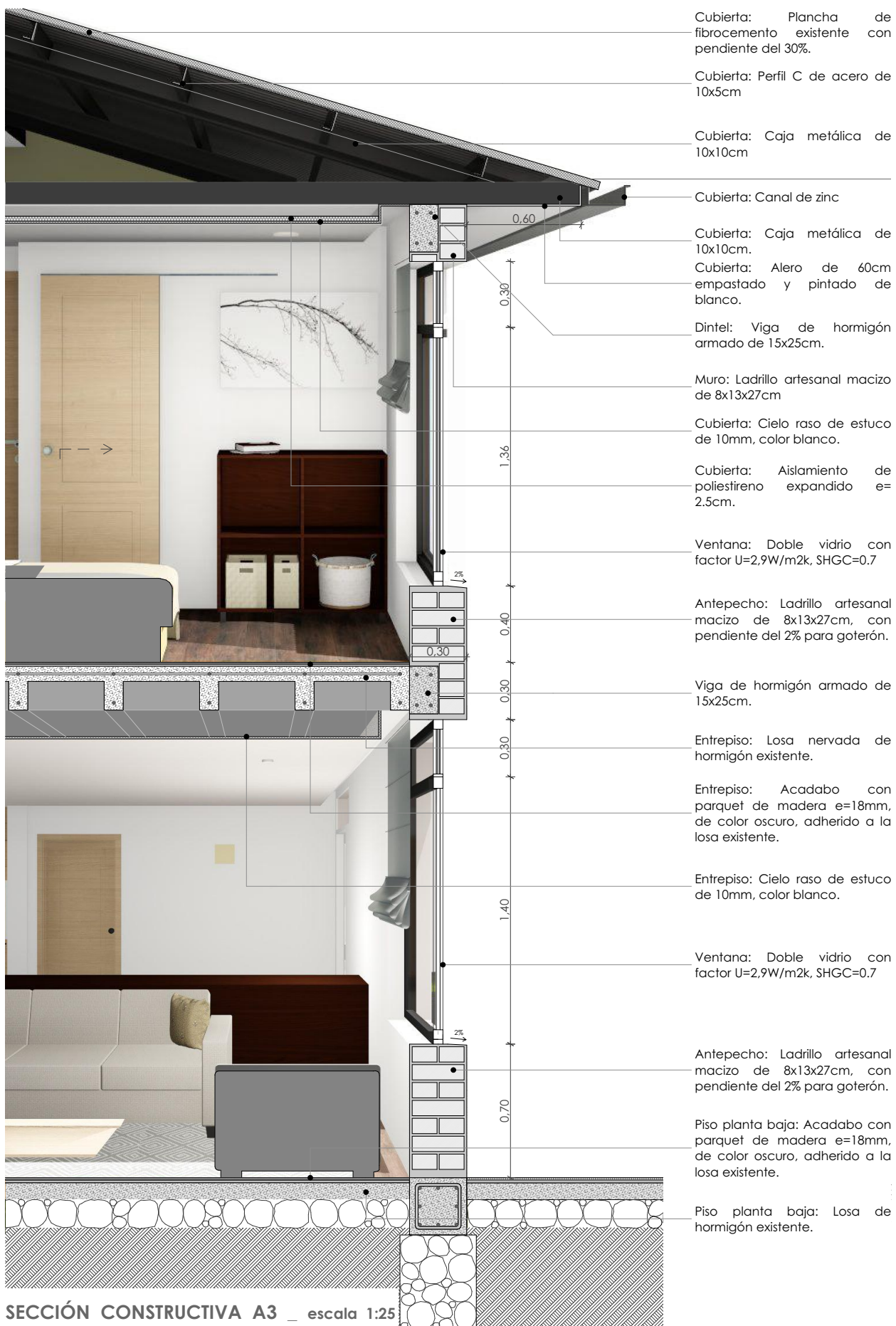
[95] (IECA), I.E.d.C.y.s.A. ¿Qué es la inercia térmica? . 2016 [cited 2016 09-JUL-2016]; Available from: IECA Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones.

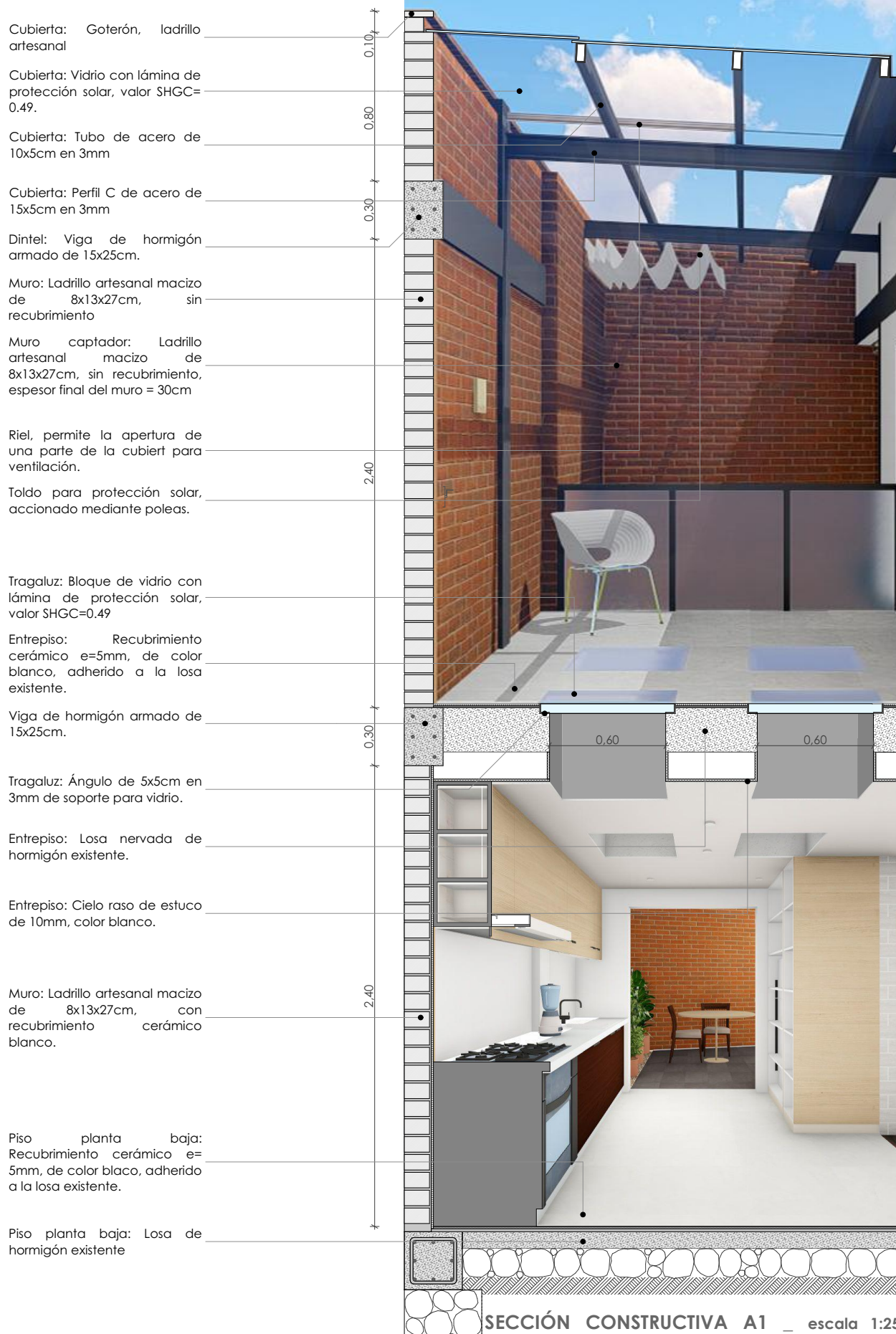
Se propone en dormitorios, cambiar el piso de alfombra por uno de madera, pues posee mayor inercia térmica (capacidad que tiene la masa de conservar la energía térmica recibida e ir liberándola progresivamente ^[95]). De esta manera se conseguiría mantener el calor al interior de los dormitorios. También se decide usar doble vidrio claro en dormitorios, estudio y sala, pues posee un factor U más bajo, lo cual reduce las pérdidas de calor por transmisión, pero manteniendo un SHGC alto de 0.7 que nos permite contar con ganancias solares. (ver sección constructiva A3) Además para evitar pérdidas por las paredes medianeras, se plantea solamente cambiar la posición de los closets, apoyados a las paredes medianeras, estos servirían como aislamiento por la cámara de aire que contienen.

De igual forma para evitar pérdidas de calor en la sala, comedor y estudio a través de las paredes medianeras, se decide aislarlas mediante una cámara de aire (ver sección constructiva B1). En los muros frontales y los del patio, al estar expuestos a mayor cantidad de radiación, se decide aumentar su espesor a 30cm, para que cumplan con la función de muros captadores.

Se decide también colocar una cubierta de vidrio sobre el patio y lavandería propuestos, el piso de este patio se lo plantea con un material cerámico de color oscuro, que mejora la captación de la radiación solar, este espacio ayuda a regular las temperaturas al interior de la vivienda, por ganancias inter-zonales. Sin embargo las ganancias solares que se tendrían por la cubierta de vidrio, podrían generar mucho calor al interior en horas del mediodía, por lo que se propone utilizar un vidrio con lámina de control solar, con un valor SHGC de 0.49, además se lo plantea con posibilidad de apertura, mediante un sistema de poleas accesibles para el usuario, lo cual contribuye a mejorar la ventilación del espacio de lavandería. (ver sección constructiva A1 y A2)

En general, se utiliza vidrios de baja ganancia solar en espacios que tengan alta incidencia solar, como el patio, lavandería y cocina, pues esto nos ayuda a controlar el confort térmico en ellos.









Cubierta: Plancha de fibrocemento existente con pendiente del 30%.

Cubierta: Viga solera metálica de 10x10cm

Cubierta: Caja metálica de 10x10cm

Muro: Ladrillo artesanal macizo de 8x13x27cm.

Dintel: Viga de hormigón armado de 20x30cm.

Cubierta: Caja metálica de 10x10cm

Cubierta: Aislamiento de poliestireno expandido e=2.5cm.

Cubierta: Cielo raso de estuco de 10mm, color blanco.

Ventana: Doble vidrio con factor $U=2,9W/m^2k$, $SHGC=0.7$

Muro: Tiras de madera de 4x5cm

Muro: Cámara de aire e=4cm

Muro: Recubrimiento de madera machihembrada e=18mm

Entrepiso: Acadabo con parquet de madera e=18mm, de color oscuro, adherido a la losa existente.

Viga de hormigón armado de 15x25cm.

Entrepiso: Losa nervada de hormigón existente.

Entrepiso: Cielo raso de estuco de 10mm, color blanco.

Muro: Cámara de aire e=4cm

Muro: Recubrimiento de madera machihembrada e=18mm

Muro: Tiras de madera de 4x5cm

Muro: Ladrillo artesanal macizo de 8x13x27cm.

Piso planta baja: Recubrimiento cerámico e=5mm, de color blanco, adherido a la losa existente.

Piso planta baja: Acadabo con parquet de madera e=18mm, de color oscuro, adherido a la losa existente.

Piso planta baja: Losa de hormigón existente

0.30

2.41

0.30

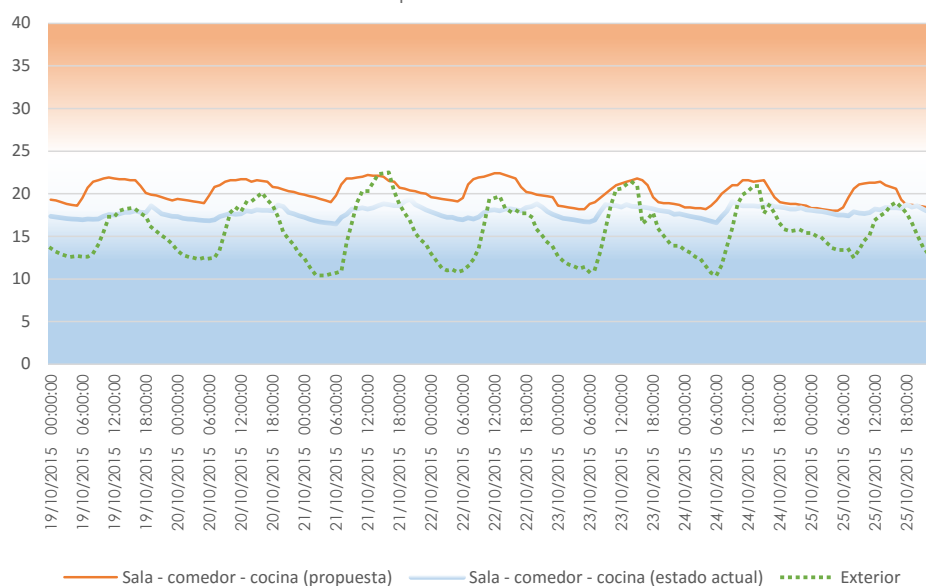
2.40



SECCIÓN CONSTRUCTIVA B1 — escala 1:25

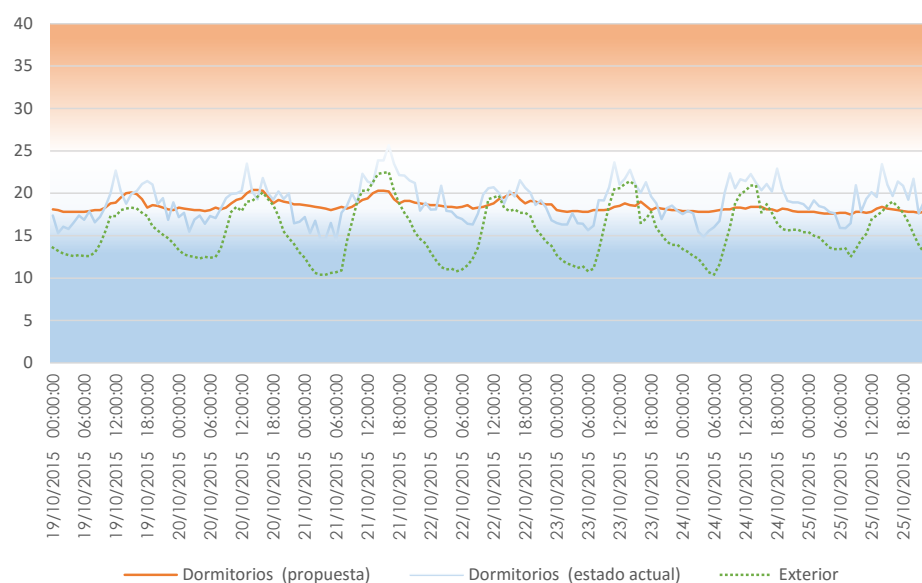
Con las consideraciones mencionadas en la propuesta, se realiza en los espacios de la vivienda, el cálculo de temperatura durante una semana y se obtienen los gráficos 4.43 y 4.44, donde se observa que con la propuesta se logra incrementar la temperatura pero manteniéndose dentro de la franja de confort. En la sala-comedor se presentan temperaturas que aumentan progresivamente desde 18 °C, en horas de la mañana, hasta 22 °C en horas del mediodía, las cuales empiezan a disminuir hasta la noche y madrugada, alcanzando nuevamente 18°C. Mientras que en los dormitorios la temperatura se mantiene entre 17,5 °C y 20 °C.

Graf 4.43 Comparativa del comportamiento térmico de la propuesta con el estado actual. Espacio: Sala-comedor-cocina.



Elaboración: grupo de tesis

Graf 4.44 Comparativa del comportamiento térmico de la propuesta con el estado actual. Espacio: Dormitorios



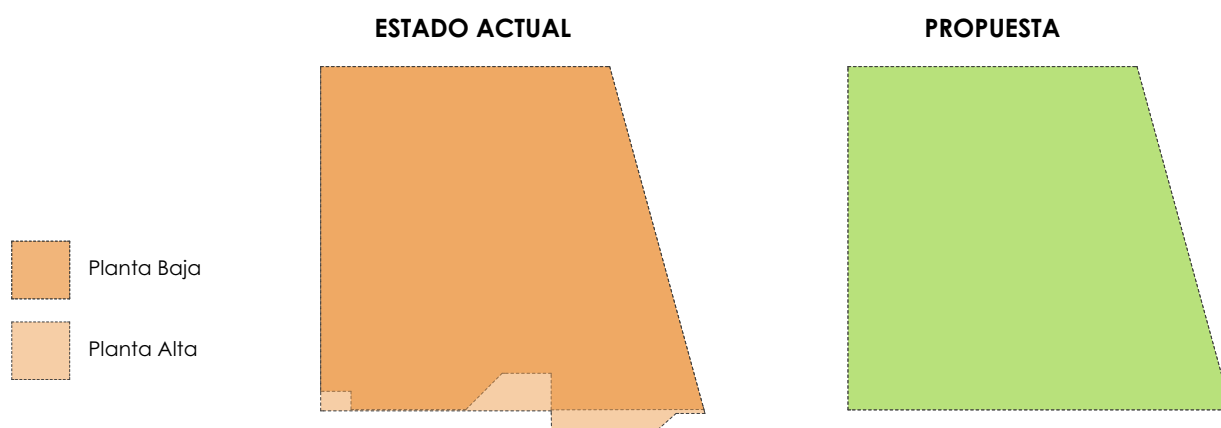
Elaboración: grupo de tesis



B. DISEÑO PASIVO

B1, B2. Factor Forma y Ganancia Solar, si bien estos criterios son pertinentes en la fase de diseño, son considerados para analizar la reducción de demanda por calefacción o refrigeración en la envolvente. Entonces se propone una forma que permita liberar la parte posterior de la segunda planta e implementar más áreas acristaladas para la ganancia solar (graf. 4.45). La tabla 4.7 muestra que la propuesta se acerca más a los valores estipulados por la normativa vigente al regular la forma original reduciendo las áreas de envolvente expuestas al exterior, además al dejar los 3m de retiro en la segunda planta se tiene mayor porcentaje de superficies acristaladas para la ganancia solar, sin exceder los máximos estipulados en la NEC (graf 4.46) Así se mejora el factor forma en un 7% y se aumenta 13% de superficies acristaladas, con lo cual se obtiene una reducción del 35% de demanda energética, con respecto al original.

Graf 4.45 Comparativa del estado actual y la propuesta – Factor Forma.



Elaboración: Grupo de tesis

Tabla 4.7 Factor Forma y Porcentaje de Ganancia Solar de la propuesta .

FACTOR FORMA			GANANCIA SOLAR		
	Estado actual	Propuesta		Estado actual	Propuesta
Envolvente Total (m2)	358,84	356,59	Fachada noroeste-sureste (m2)	73,562	73,562
Volúmen Total (m3)	387,11	414,62	Superficies vidriadas (m2)	10,909	17,25
Factor forma	0,93	0,86	Porcentaje de ganancia solar	15%	23%

Elaboración: Grupo de tesis

Graf 4.46 Elevación frontal de la propuesta –
Ganancias solares.



Elaboración: grupo de tesis

C. ILUMINACIÓN NATURAL

Las reformas propuestas mejoran la capacidad de captación de iluminación natural en la vivienda. Esta nueva propuesta consiste en crear espacios abiertos, para conseguir una iluminación más uniforme, por lo tanto se plantea remover algunas paredes. En la parte posterior de la vivienda además se abre un espacio con iluminación cenital (un patio a doble altura y una azotea-lavandería en planta alta) el cual permite captar iluminación natural suficiente para conducirla hacia el interior de los primeros espacios, a través de este espacio se consigue iluminar la cocina y uno de los dormitorios. En los gráficos 4.47 y 4.48 se observan los análisis lumínicos en comparación con el estado actual, en ellos se distingue una mejora sustancial en el aspecto lumínico de la propuesta, pues los niveles de iluminación están sobre los 150lux. Los análisis se realizan considerando un cielo nublado.

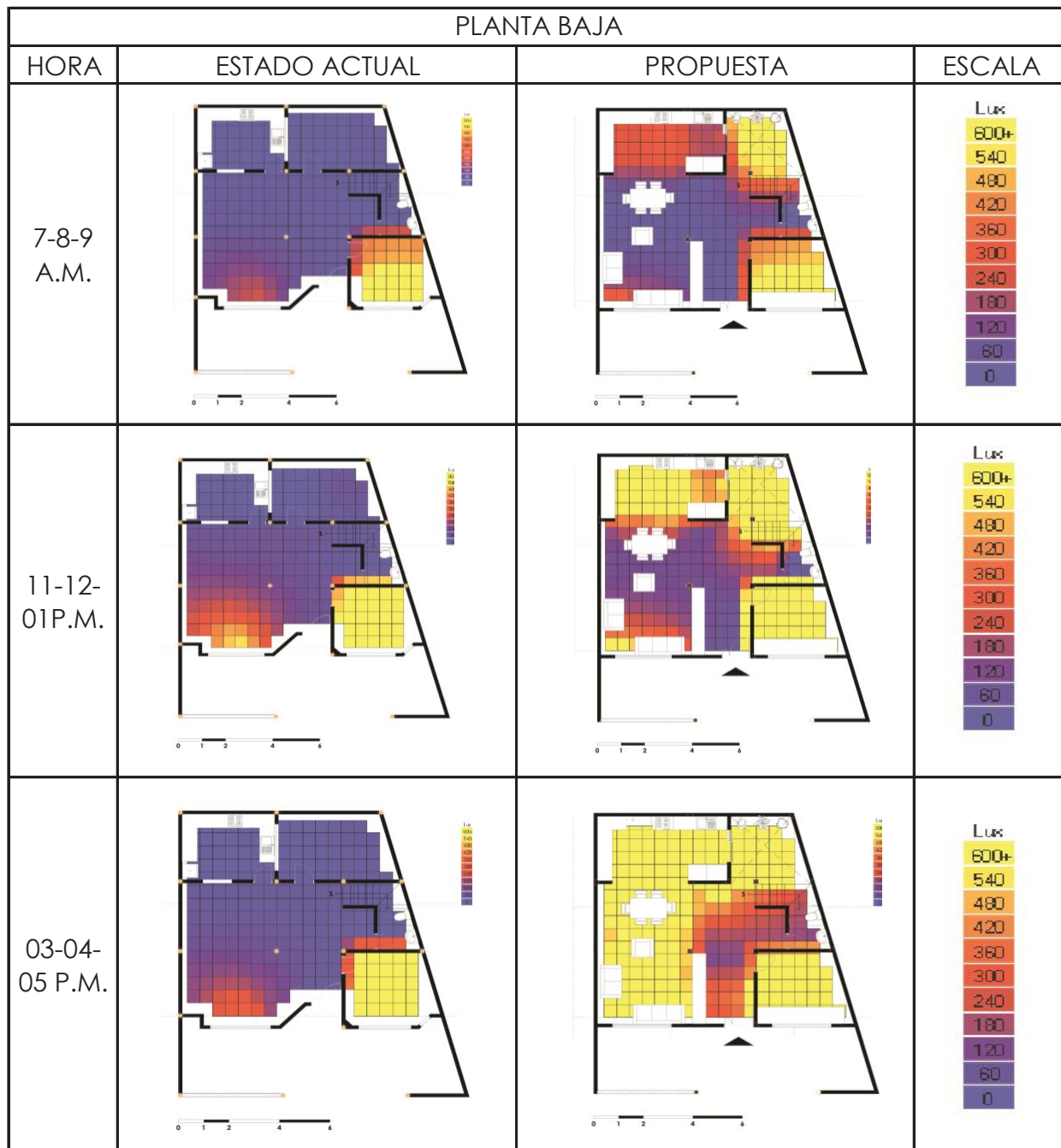
En el caso de la cocina, en primera instancia se plantea un pozo de luz central, sin embargo la iluminación al interior del espacio no presenta uniformidad. Entonces se decide usar tragaluces de 60x60cm distribuidos proporcionalmente en la losa de entepiso, de manera que no generen contrastes en las esquinas del espacio, y se procura no colocarlos cerca de la puerta de vidrio que da al patio, pues de lo contrario se alcanzarían niveles muy altos de iluminación en esa área. (graf. 4.49)

En general, se eleva el nivel de iluminación promedio de los espacios y se observa que la relación de luz natural con el fondo máximo de 1.5h mejora (graf. 4.50). Sin embargo, se detecta en algunos casos niveles muy altos a partir del mediodía hasta las 4 de la tarde (tabla 4.8), por lo que se realiza un análisis de la incidencia de los rayos solares en los distintos espacios a estas horas (graf. 4.52 - 4.55), en solsticios y



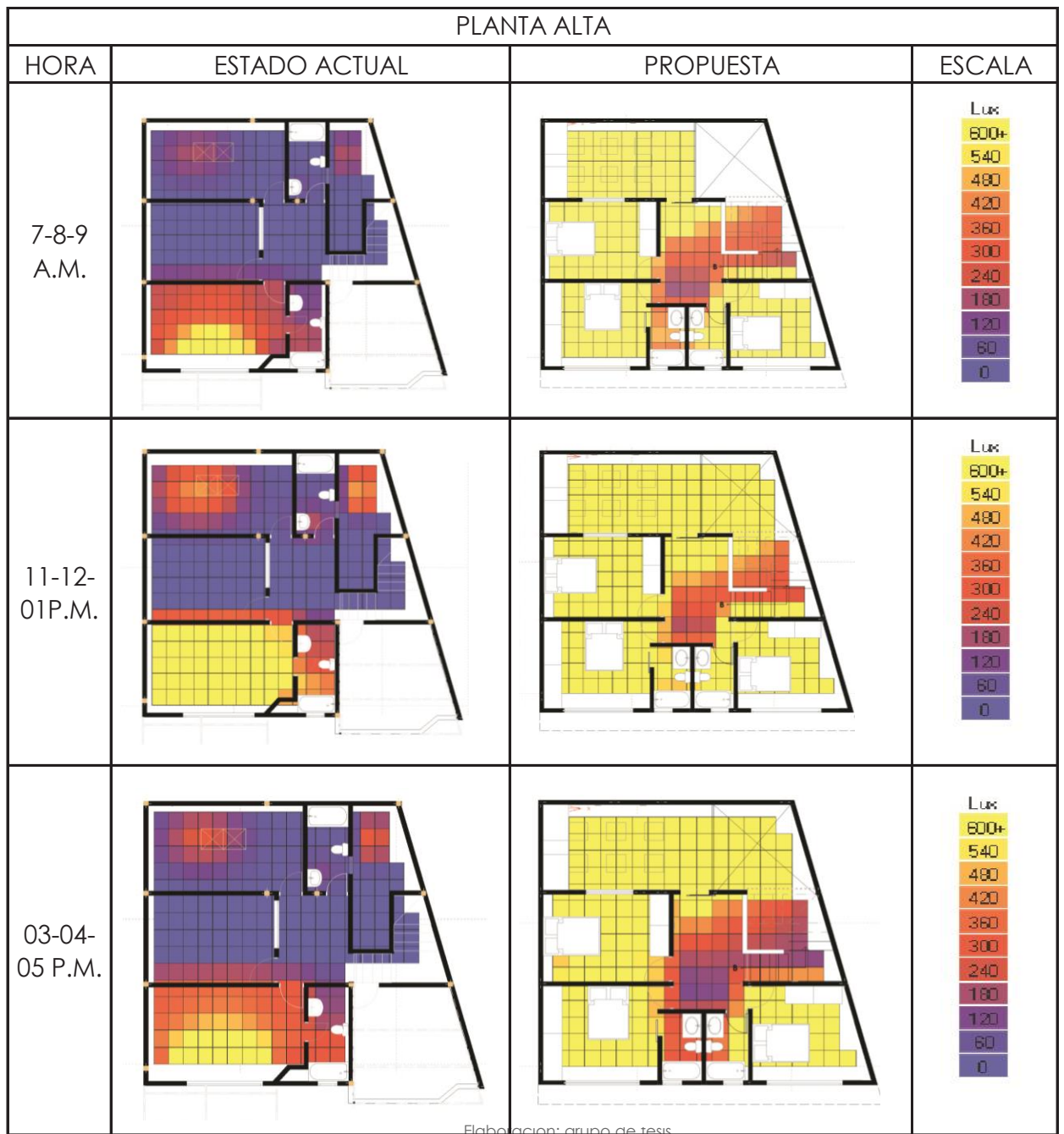
equinoccios, donde se observan pocas áreas en blanco, con lo que se concluye que debido a la orientación de la vivienda (noreste-suroeste), los rayos solares no afectan directamente, por lo tanto, para controlar la iluminación bastaría con usar cortinas que permitan tamizar el paso de luz.

Graf 4.47 Comparativa del estado actual y la propuesta – Iluminación natural Planta Baja



Elaboración: grupo de tesis

Graf 4.48 Comparativa del estado actual y la propuesta – Iluminación natural Planta Alta.





Graf 4.49 Propuesta de iluminación natural - Cocina.

COCINA			
HORA	PROPUESTA 1 SOLO POZO DE LUZ	PROPUESTA CON POZOS DISTRIBUIDOS	ESCALA
MEDIODÍA 12H00			
PROMEDIO LUX	721,91	565,63	

Elaboración: Grupo de tesis

Graf 4.50 Relación luz natural con fondo máximo.



Elaboración: grupo de tesis

Tabla 4.8 Niveles de iluminación natural de la propuesta.

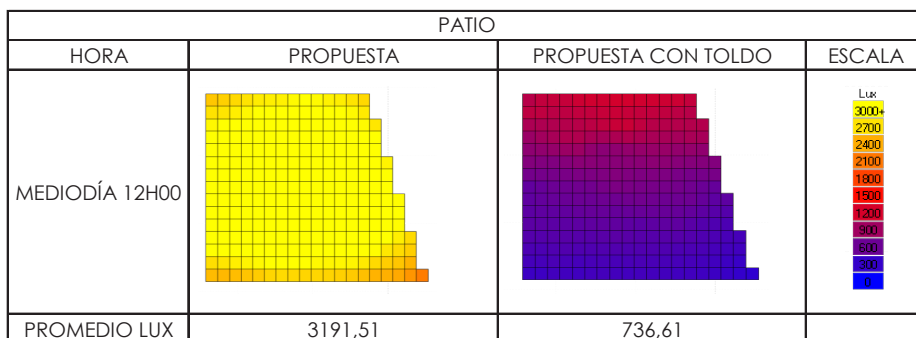
HORAS	COCINA		SALA		ESTUDIO		PATIO	
	original	propuesta	original	propuesta	original	propuesta	original	propuesta
valores de iluminación natural promedio anual (lux)								
6:00	0,4	1,0	5,3	0,8	0,3	0,3	0,5	1,8
8:00	5,0	250,4	100,6	442,8	668,8	912,9	15,9	334,6
10:00	8,7	460,4	171,8	818,2	1238,7	1693,0	29,4	622,2
12:00	9,9	565,6	197,0	979,5	1490,6	2019,3	34,7	736,6
14:00	9,1	506,6	170,8	884,0	1340,0	1823,4	31,7	669,5
16:00	5,7	316,5	100,0	552,6	839,8	1139,3	19,9	418,6
18:00	1,2	46,0	3,5	79,0	119,5	163,2	3,4	61,4

HORAS	DORMITORIO/PADRES		DORMITORIO 1		DORMITORIO 2	
	original	propuesta	original	propuesta	original	propuesta
valores de iluminación natural promedio anual (lux)						
6:00	0,7	0,5	0,9	1,4	0,7	0,2
8:00	634,8	1164,9	1,1	421,6	98,6	1445,4
10:00	1175,2	2164,0	1,2	794,0	181,6	2677,8
12:00	1400,4	2615,0	1,4	948,3	217,9	3213,7
14:00	1247,0	2356,0	1,2	855,0	196,1	2882,5
16:00	779,1	1463,9	1,1	531,8	123,1	1811,7
18:00	107,2	209,5	0,9	76,6	18,2	258,5

Elaboración: grupo de tesis

De igual manera para regular la iluminación cenital en el patio, se propone el uso de un toldo, el mismo que puede ser controlado manualmente por los usuarios según se requiera, permitiendo reducir la cantidad de iluminación considerablemente (graf. 4.51). Con el uso de este tipo de mecanismos se consigue una iluminación más uniforme ya que evitan fuertes contrastes entre un espacio y otro, impidiendo posibles problemas de deslumbramiento.

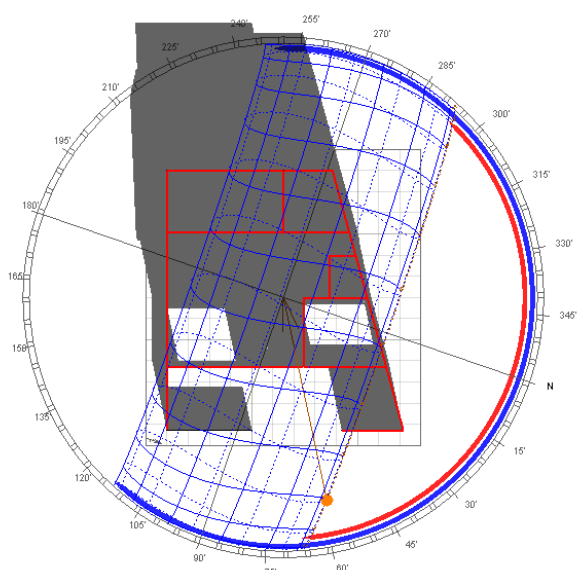
Graf 4.51 Comparativa de niveles de iluminación – Patio descubierto y con toldo.



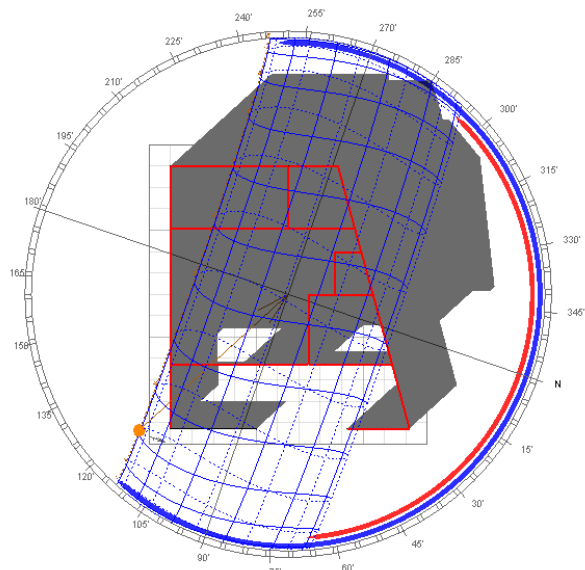
Elaboración: grupo de tesis



Graf 4.52 Acceso solar a la vivienda #4 en solsticios
durante horas de la mañana - Planta Baja



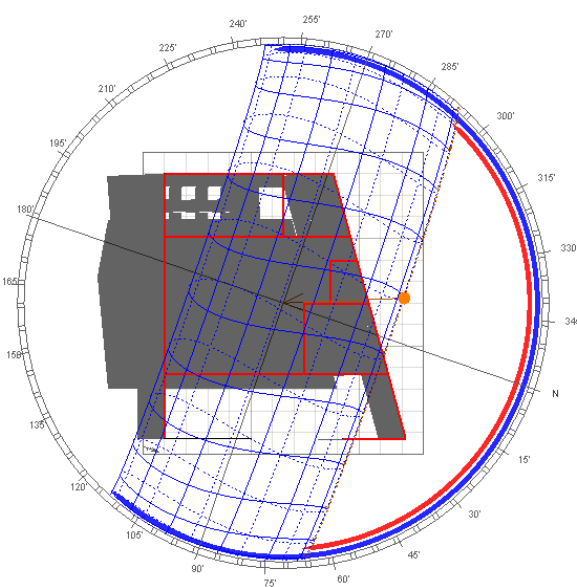
Solsticio 21 de Junio



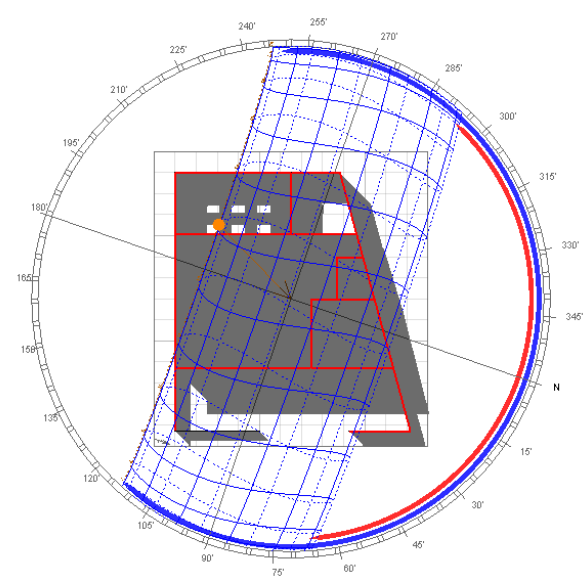
Solsticio 21 de Diciembre

Elaboración: grupo de tesis

Graf 4.53 Acceso solar a la vivienda #4 en solsticios
durante horas del mediodía - Planta Baja



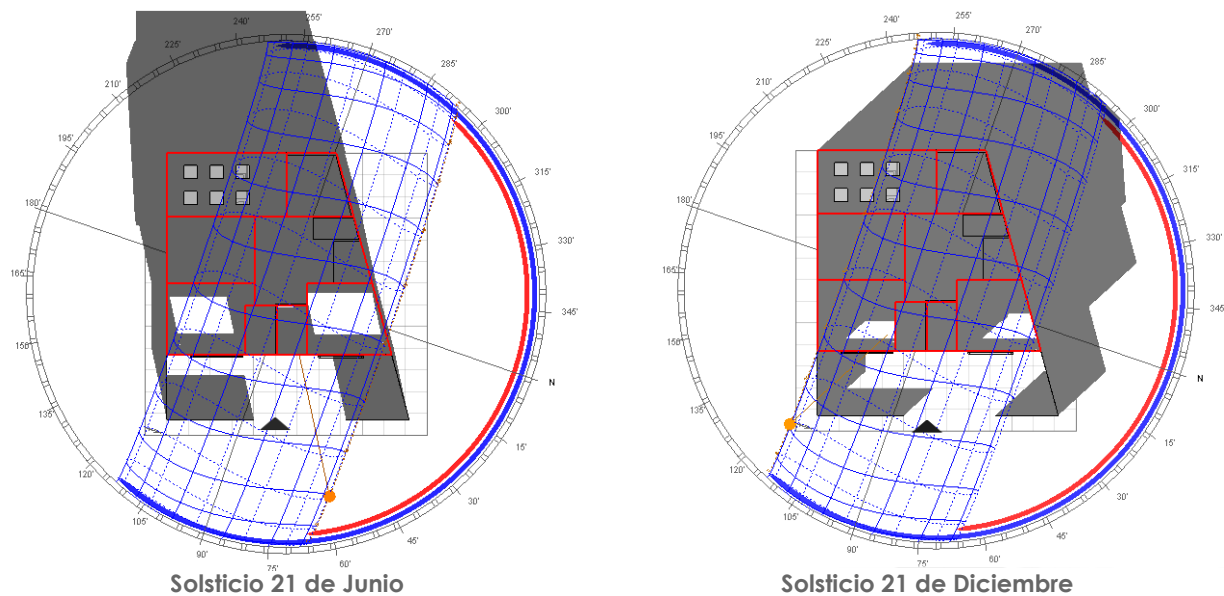
Solsticio 21 de Junio



Solsticio 21 de Diciembre

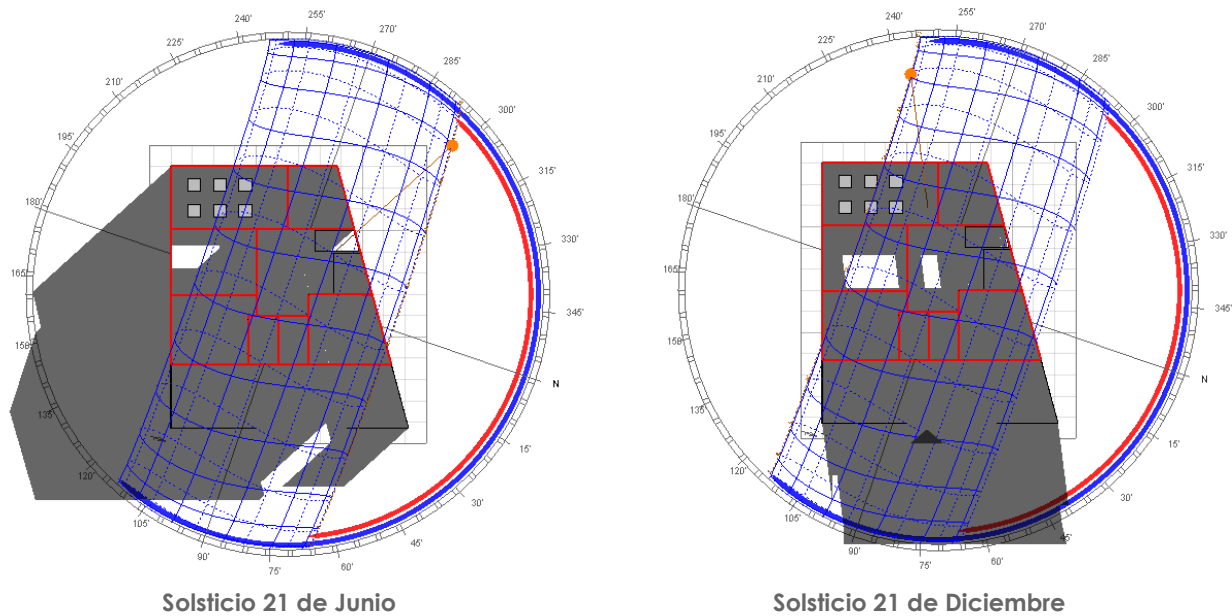
Elaboración: grupo de tesis

Graf 4.54 Acceso solar a la vivienda #4 en solsticios durante horas de la mañana - Planta Alta



Elaboración: grupo de tesis

Graf 4.55 Acceso solar a la vivienda #4 en solsticios durante horas de la tarde - Planta Alta



Elaboración: grupo de tesis



Todas estas estrategias, reducen las horas de consumo por iluminación artificial, ya que al mantener una adecuada iluminación durante el día ya no es necesario encender los focos en horas de sol. Por lo tanto, en comparación con el estado actual de la vivienda, se reduce un total de 9.55 horas de uso de luminarias (tabla 4.9)

Se debe aclarar que las horas que se muestran en la tabla, no significa que se mantenga encendidas las luces en la casa durante 22 horas o 12 horas del día en el estado actual y propuesta respectivamente, pues se debe considerar que durante una hora pueden estar encendidas varias lámparas de diferentes espacios simultáneamente, por lo tanto, lo que se muestra en la tabla es la suma de todos esos usos por espacio para conocer el consumo real de la vivienda.

Además se debe acotar que los tiempos de uso que se muestran en la tabla fueron obtenidos con base en los resultados de las monitorizaciones eléctricas y respuestas a la encuesta que se realizó.

Tabla 4.9 Comparación del estado actual y propuesta - Horas de consumo por iluminación artificial.

ESPACIOS	ORIGINAL			HORAS DE USO DE ILUMINACIÓN ARTIFICIAL AL DÍA	
	AM	AM-PM	PM	ORIGINAL	PROPUESTA
COCINA	1	2	1	4	1
ESTUDIO		1	1	2	1
SALA		0,5	1	1,5	1
COMEDOR	0,5	0,75	1,1	2,35	1,1
DORMITORIO PADRES	1		3,7	4,7	3,7
DORMITORIO 1	1	1	3,5	5,5	3,5
DORMITORIO 2	1		3,5	4,5	3,5
BAÑO SOCIAL		0,05	0,03	0,08	0,03
BAÑOS	1		0,4	1,4	0,4
BAÑO PADRES	1		0,4	1,4	0,4
GRADAS	0,2		0,3	0,5	0,3
PASILLOS	0,2		0,3	0,5	0,3
ESPACIOS EXTERIORES			0,8	0,8	0,8
TOTAL DE HORAS				29,23	17,03

Elaboración: grupo de tesis

D. ILUMINACIÓN ARTIFICIAL

D1. Presencia de Sensores para luminarias exteriores.



En la propuesta se contempla el uso de sensores de movimiento para las luminarias exteriores, lo cual representaría una reducción de consumo, pues no se mantendría encendida la luz por tiempos prolongados. Sin embargo, el uso actual de las luminarias exteriores es mínimo, por lo que la reducción del consumo por la presencia de sensores no es tan notorio, a pesar de ello si se representa en porcentaje se puede observar la factibilidad de uso (tabla 4.10).

Tabla 4.10 Comparación de estado actual y propuesta –
Sensores de movimiento para luminarias externas.

	Estado actual	Propuesta con sensores	Porcentaje de reducción
# Lámparas	2	2	94,67%
Potencia Total (W)	120	40	
Horas de uso (h)	0,4	0,08	
kWh	0,06	0,003	

Elaboración: grupo de tesis

Tabla 4.11 Tipo de lámparas fluorescentes.




MARCAS	TIPO	W	Lm	Eficiencia	IRC	Vida media	Temperatura de color	
FLUORESCENTE		20	1050	55	75	6000	6500	K
		25	1380	57	75	6000	6500	K
		20	1152	58	80	6000	6500	K
		32	2050	62	80	8000	6500	K
		11	630	60	80	10000	2700	K
		15	870	58	80	10000	2700	K
		20	1200	60	80	10000	2700	K
		32	2700	84	78	10000	6500	K
		18	1600	88	80	10000	6500	K
	OSRAM Compacta Integrada	10	600	55	-	8000	2700	K

Elaboración: grupo de tesis

D2. EFICACIA LUMINOSA, para cumplir con los niveles de iluminación adecuados es necesario analizar el espacio a iluminar y el tipo de lámparas que se utilizarán, teniendo en cuenta que estas últimas deben ser mínimo de categoría B y eficacia luminosa igual o mayor a 55 lm/W. Ante esto se muestra en la tabla 4.11 y 412 los tipos de lámparas existentes en nuestro mercado en base al levantamiento realizado en los casos de estudio y locales comerciales de la ciudad. La tabla presenta la potencia, eficacia, flujo luminoso, temperatura e índice de reproducción cromática de lámparas fluorescentes y LED, puesto que son las que presentan valores adecuados para el control de la eficacia luminosa.



Tabla 4.12 Tipo de lámparas LED.

MARCAS		TIPO	W	Lm	Eficiencia	IRC	Vida media	Temperatura de color	
LED	SYLVANIA	Compacta Integrada 	5	292.8	68.25	70	25000	8093	K
			9.5	820	86	80	15000	6500	K
			13	1050	82	80	15000	6500	K
			13	1050	82	80	15000	3000	K
			9.5	806	85	80	15000	2700	K
		Dicroico 	5	450	90	80	15000	3000	K
	OSRAM	Compacta Integrada	10	800	80	81	25000	5000	K
			7	500	71	81	25000	5000	K
	ECOLED		6	470	78	80	15000	3000	K
			4.5	350	78	80	15000	3000	K
			8	600	75	80	15000	3000	K
			10	800	80	80	15000	3000	K

Elaboración: grupo de tesis

En la tabla 4.13, se observa el tipo de lámparas empleadas en la propuesta, según el nivel de iluminancia media y flujo luminoso que los espacios requieren. Para determinar el flujo luminoso necesario en cada espacio, se realiza el cálculo respectivo que se explica en el anexo 11.

Con la propuesta se observa que los niveles de iluminancia por iluminación artificial mejoran entre el estado actual y la propuesta, pues los valores de flujo luminoso que se requieren para cada espacio se encuentran más próximos en esta. Este flujo luminoso, es calculado para las condiciones de cada espacio así como para el nivel de iluminancia que se exige por norma, por lo tanto para alcanzar dicho valor ha sido necesario incrementar el número de lámparas en la vivienda (de 16 a 34), a pesar de ello, debido al uso de lámparas eficientes y a la reducción de horas de uso por una adecuada iluminación natural, se consigue reducir el consumo en casi 37%. Tabla 4.14

Tabla 4.13 Propuesta de iluminación artificial.

Flujo luminoso necesario (lm)	Tipo de iluminación								Potencia Total (W)		Flujo luminoso adquirido	
	Trabajo				General							
	Tipo	# de lámparas	Potencia (W)	Flujo luminoso (lm)	Tipo	# de lámparas	Potencia (W)	Flujo luminoso (lm)	Estado Actual	Propuesta	Estado Actual	Propuesta
6433	Tubular / Fluorescente	3	20	1200	Dicroico	6	5	450	110	90	1320	6300
1487	Compacta Integrada / LED	2	9,5	820	Dicroico	0	0	0	25	19	1380	1640
2584	Compacta Integrada / LED	-	-	-	Dicroico	6	5	450	110	30	1120	2700
4301	Compacta Integrada / LED	-	-	-	Compacta Integrada / LED	5	9,5	820	110	47,5	1120	4100
3693	Compacta Integrada / Fluorescentes	2	15	870	Compacta Integrada / LED	2	13	1050	20	56	1120	3840
3462	Compacta Integrada / Fluorescentes	2	15	870	Compacta Integrada / LED	2	10	800	20	50	1120	3340
2991	Compacta Integrada / Fluorescentes	2	15	870	Compacta Integrada / LED	2	10	800	20	50	1120	3340

Fuente: NEC-11 (ver Anexo 15)
Elaboración: Grupo de tesis

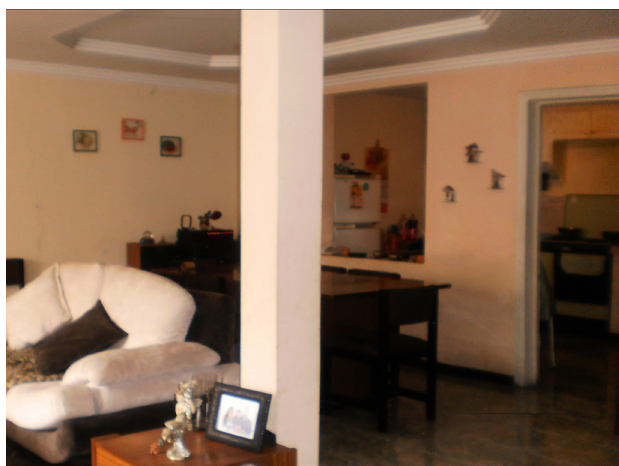
Tabla 4.14 Resultados de consumo eléctrico por iluminación artificial.

	Estado actual	Propuesta	Porcentaje de reducción
Potencia Total	1135	698,5	37,37%
Horas de uso	29,23	17,03	
kWh al día	1,6	1,002	

Elaboración: grupo de tesis



PERSPECTIVAS DE LA PROPUESTA



Estado actual



Propuesta



Estado actual



Propuesta



Propuesta



Propuesta



Propuesta - perspectiva nocturna



Propuesta - perspectiva nocturna

4.3.3 Validación del Proyecto

Las reformas propuestas en la vivienda, demuestran una mejora significativa en la misma, pues mediante las estrategias que se plantearon para la envolvente, se reduce la demanda de energía que la vivienda necesitaría para mantener el confort térmico al interior de los espacios, y mediante las estrategias para iluminación se consigue reducir el consumo de energía eléctrica.

En la tabla 4.15, que se describe a continuación, se muestran las estrategias planteadas para cada indicador evaluado y se muestra el porcentaje de mejora que representan, tanto en los requerimientos de envolvente como de iluminación, pues constituyen los temas de mayor importancia en el estudio del presente trabajo.

Envolvente

Se tiene que para el caso del factor U, en el aspecto de fachadas en contacto con el aire (correspondiente en la vivienda de estudio a la fachada frontal únicamente), las estrategias aplicadas no alcanzan el valor mínimo, pero esto se debe a que se los plantean como muros captadores, por lo tanto su función es captar y almacenar el calor recibido, mas no aislar. Algo similar ocurre con los pisos y entrepisos, pues se los plantea con la intención de que almacenen el calor recibido a través de ventanas. De forma contraria se observa en medianeras y cubierta, pues a través de estos, en el caso de estudio, se pierde el calor captado, por lo tanto se los aísla, en muros mediante una cámara de aire, y en el caso de cubierta mediante el uso de un aislamiento (poliestireno expandido), y con ello se observa que el valor U alcanza los valores expuestos en la norma nacional.

Para el indicador SHGC, se decide usar un valor bajo de 0.49 (existente en el mercado local) en vidrios que recibirán mucha radiación (cubierta sobre patio), pues de lo contrario se podría incrementar la temperatura interior perjudicialmente por las altas ganancias de calor solar que posee un vidrio simple. Para los casos de dormitorios, sala y estudio se usa un doble vidrio con un valor 0.7 de SHGC, no muy bajo, pues se requiere tener ganancias a través de ellos. Además al ser doble vidrio, el factor U disminuye, por lo que dicho vidrio nos permite tener ganancias solares con reducidas pérdidas por transmitancia.

En el criterio, diseño pasivo, la orientación y emplazamiento de la vivienda no se puede cambiar, pues constituye una condicionante. En cuanto al factor forma se logra, mediante las reformas, alcanzar un valor más cercano al que establece la norma. En el aspecto sobre el efecto de los elementos de sombra, mediante la propuesta se evitan los aleros, puesto que para climas fríos, como el de nuestra ciudad, lo recomendable según la norma existente, es ganar calor a través de la incidencia de la radiación. Y en cuanto al porcentaje de ganancias solares, se incrementa el área de ventanas por razones de iluminación, pero manteniéndose dentro del porcentaje máximo que se especifica en la norma.

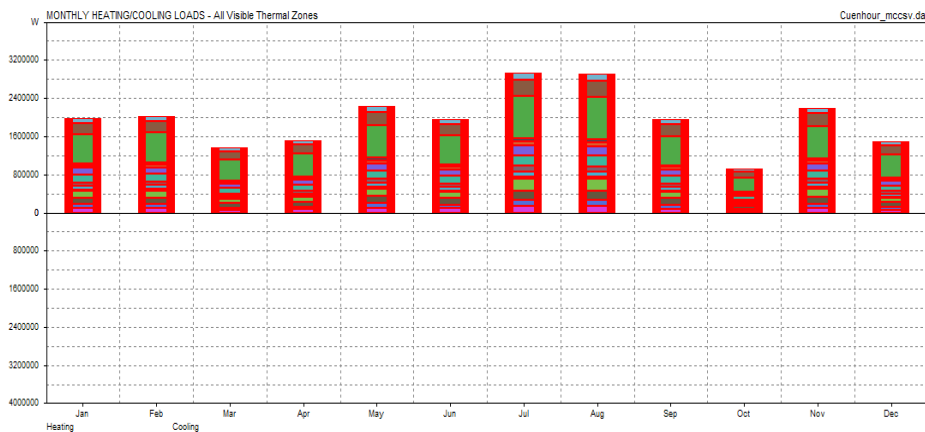
Iluminación

En cuanto a la iluminación natural del baño principal, la propuesta cumple con esta condición, pero además mejora sustancialmente la iluminación natural del resto de la vivienda, por lo que se reducen las horas de consumo de iluminación artificial en espacios que, en el estado actual, estaban generando consumos innecesarios, como la cocina por ejemplo.

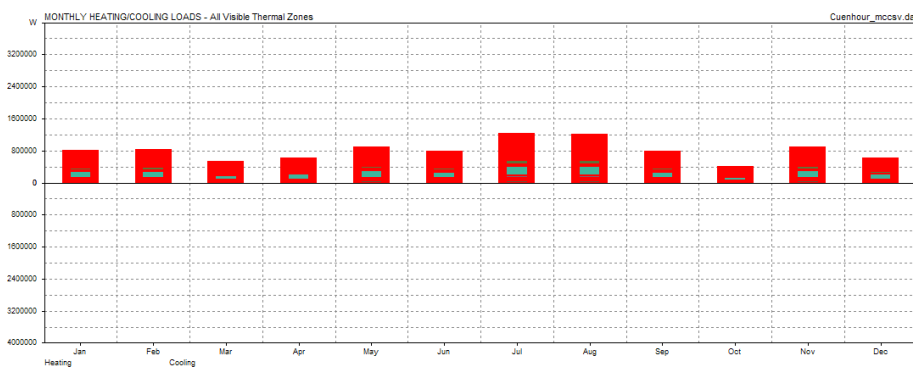
En lo referente a iluminación artificial, se plantean el uso de lámparas eficientes en toda la vivienda, y en el empleo de sensores para las luminarias exteriores, con ello se alcanza niveles de iluminancia adecuados y se reduce el consumo de energía.

De esta manera se validan las estrategias planteadas, pues sí reflejan cambios positivos para la reducción de demanda y consumo de energía. Así se determina, en cuanto a la envolvente, que mientras en el estado actual de la vivienda se presenta una demanda de energía por calefacción y refrigeración de 372,446 kWh/m² anual (graf. 4.56), la propuesta refleja una demanda de 115,082 kWh/m² (graf. 4.57), representando un porcentaje de mejora del **69,1% por reducción de demanda de energía en envolvente**, y en cuanto a iluminación, el consumo disminuye de 564kWh a 365.76kWh, lo cual refleja **una reducción del 37,37% en consumo de energía eléctrica por iluminación**.

Graf. 4.56 Demanda por calefacción y refrigeración del estado actual de la vivienda.



Graf. 4.57 Demanda por calefacción y refrigeración de la propuesta.



Elaboración: grupo de tesis



Tabla 4.15 Resultados de demanda y consumo – Comparativa del estado actual y propuesta.

REQUERIMIENTOS	ENVOLVENTE					
	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	INDICADORES		VALOR A CUMPLIR	ESTRATEGIAS	PORCENTAJE DE MEJORA
	Propiedades de materiales	Factor U	NEC 11. CAP 13	Fachadas en contacto con el aire. Max=1,8 W/m2K	U= 2,27 W/m2k. (muros captadores)	La demanda por calefacción y refrigeración tras reformas en la envolvente, se reduce en 69,1%
				Cerramientos en contacto con el terreno. Max=1,8 W/ m2K	U=2,68 W/m2k	
				Medianeras. Max=2,5 W/ m2K	U= 1,29 W/m2k (muro aislado mediante cámara de aire)	
				Cubiertas en contacto con el aire. Max=1,5 W/m2K	U=0,91 W/m2k	
				Ventanas y lucernarios. Max=5,7 W/m2K	U= 2,9 W/m2k (ventanas de doble vidrio en dormitorios, sala y estudio)	
		SHGC	CERTIFICACIÓN LEED, NORMA ICC	≤0,4 Para una zona climática 4*	SHGC -vidrio de cubierta = 0,49	
	SHGC-vidrios de dormitorios, sala y estudio = 0,7					
	Diseño pasivo	Orientación y emplazamiento	NEC 11. CAP 13	Fachadas principales con orientación Este-Oeste o con inclinación de 23°	Se mantiene	
		Factor Forma	INEN	0.5<f<0.8	Se reduce el factor forma en un 7% al regularizar las formas de la vivienda	
		Efecto de elementos de sombra	NEC 11. CAP 13	En climas cálidos se recomienda elementos de sombra, en climas fríos se debe favorecer la incidencia de la radiación sobre las superficies vidriadas.	Al reducir el área de envolvente, se remueven los aleros que generan sombras en la planta baja.	
		Ganancia Solar CGS. Porcentaje de ventanas (sv/ sf)	NEC 11. CAP 13	Max = 35% (NO-SO-NE-SE)	Se aumenta a 23% las áreas vidriadas, manteniéndose dentro del porcentaje establecido.	
ILUMINACIÓN	Iluminación natural	Iluminación natural del baño principal	CERTIFICACIÓN QUALTEL	El baño principal cuenta con iluminación natural	-El baño principal cuenta con la iluminación adecuada; se implementa un patio posterior para mejorar la iluminación natural de toda la vivienda.	La reducción de consumo eléctrico por iluminación en toda la vivienda es de 37.37%
	Iluminación artificial	Presencia de sensores de luz	CERTIFICACIONES LEED Y BREEAM	Cuenta con sensores de luz para luminarias externas	En las lámparas exteriores (2), al utilizar sensores de luz se reduce el consumo en un 94.67% de esas dos lámparas.	
		Eficacia luminosa de las lámparas: Lm/W e índice de reproducción cromática	CERTIFICACIÓN BREEAM	mín 75% de luminarias internas presenten una eficacia luminosa > 55 lm/W y IRC >60	Al cambiar las lámparas de los espacios analizados, por unas eficientes, se reduce el consumo y se eleva los niveles de iluminancia.	
				el 100% de luminarias externas presenten una eficacia luminosa >= 50 lm/W y IRC >60		
			Lámparas externas con calificación mínima B			

Elaboración: grupo de tesis



4.4 Conclusiones.

- En el planteamiento de estrategias para la envolvente, el factor U de los materiales se constituye en un dato que no es 100% certero, pues no se conocen las propiedades reales de los materiales que tradicionalmente se emplean en la localidad, por lo que se usan aquellos con los que cuenta el programa de simulación, buscando que su descripción coincida lo mayormente posible con la de los materiales locales.
- Sobre los indicadores de factor forma y orientación, se observa que en muchos casos no se puede intervenir sobre ellos, ya que dependen de otras variables urbanas, como son la forma, el tamaño del predio y su ubicación, los cuales son condicionantes del proyecto y no se pueden alterar.
- En varios temas, se observa la falta de normativa nacional, por ejemplo en el tema de iluminancias mínimas por espacio y en la contribución de energía renovable. Esto se debe en muchos casos a que la normativa está enfocada a edificios y no a viviendas de tipo unifamiliar.
- También en lo que respecta a iluminación artificial, se consideran varios criterios, entre ellos el uso de sistemas de control lumínico, sin embargo debido al costo que representan no se podrían constituir como una exigencia en el ámbito local, sobre todo a escala de vivienda unifamiliar, de manera que su uso se podría considerar como una buena práctica mas no como un requerimiento.
- También se confirma que el uso de lámparas eficientes, ayuda a reducir el consumo de electricidad en las viviendas y mejora los niveles de iluminancia en cada espacio. Sin embargo, debería tomarse en consideración otras variables, como el costo de inversión para la instalación de este tipo de lámparas, pues en nuestro medio el precio por kWh es bajo en consideración al resto de países.
- En cuanto a otras estrategias de reducción, se observa una deficiencia del cumplimiento de las normas existentes, haciendo alusión a la falta de información en las etiquetas de aparatos para ACS, lo cual constituye un inconveniente si se quiere adquirir un equipo eficiente.
-



- En referencia a los electrodomésticos, se recomienda adquirir aquellos que presenten etiquetas de eficiencia energética, pero además de ello, el comprar uno que se adapte a las necesidades de la familia, ya que por ejemplo en el caso del refrigerador, si se tiene uno de gran capacidad para una familia de dos personas, se puede estar realizando un consumo innecesario de electricidad.
- En cuanto al espacio de secado, es necesario contar uno que cumpla ciertas características para la eficiencia del secado, pues de lo contrario, es posible que los usuarios opten por usar un sistema mecánico, manteniendo inutilizado el espacio proyectado.
- Se afirma el hecho de que las estrategias que se planteen deben responder a lo que se quiera lograr con el diseño, es decir, deben ir condicionadas según las necesidades que se tengan en uno u otro espacio, ya que el solo cumplimiento de la norma en cuanto a valores mínimos no asegura el confort al interior de los espacios.
- En general, la propuesta que se realiza para la vivienda de estudio, demuestra que incluso teniendo condiciones desfavorables de implantación, ya que se encuentra adosada en sus tres fachadas, se puede mejorar las condiciones de iluminación, sin afectar las condiciones de temperatura al interior de la vivienda, únicamente aplicando estrategias en su envolvente y considerando criterios de aprovechamiento de luz natural, es decir tratando solamente recursos arquitectónicos.
- El porcentaje de mejora anual que se observa, es del 34% en reducción de demanda y del 25% en ahorro del consumo por iluminación artificial, lo que indica que las mejoras planteadas contribuyen con el ahorro de energía.

CONCLUSIONES GENERALES y RECOMENDACIONES



Conclusiones

- El cambio climático y la escasez de recursos es una realidad mundial, y el campo de la construcción es un importante consumidor de recursos. Ante esto, se observa una tendencia mundial a desarrollar propuestas para reducir el consumo. Entre estas propuestas se encuentran las certificaciones para edificaciones, las cuales incentivan la implementación de prácticas sustentables que fomenten el ahorro y la eficiencia energética.
- El sector de la construcción está en continuo crecimiento, por lo que también incrementa la demanda de vivienda, traducéndose en mayores demandas de energía eléctrica en todas las fases dentro del ciclo de vida.
- En la búsqueda de dotar a las personas de ambientes confortables dentro de la vivienda, se ha estado fomentando una arquitectura basada en el gasto energético.
- En el país se observa la falta de condiciones de habitabilidad, la cual dentro de los parámetros que considera, solicita el mantener un nivel de confort adecuado dentro de las viviendas, por lo cual, lo que se requiere en nuestro entorno es mejorar el confort de los usuarios, pero sin conseguir que esto implique grandes consumos energéticos, es decir ser consistentes con el concepto de eficiencia energética.
- Se denota la importancia del empleo de estrategias de eficiencia energética, ya que además de mitigar el cambio climático, representan un ahorro de dinero consecuente de las reducciones de consumo.
- Además, no se observa en el país una práctica habitual de incorporar criterios de eficiencia energética en el diseño de las edificaciones, y en muchos casos se lo ve como un aspecto suplementario cuando debería ser complementario al diseño.
- Uno de los problemas de la falta de criterios de eficiencia en las viviendas es el uso de los mismos modelos constructivos, los cuales en su mayoría poseen condiciones térmicas y energéticas, desfavorables.

- En lo referente a normativa nacional, se observan insuficiencias, pues no se cuenta con la necesaria para cubrir la mayoría de criterios que se analizaron, sin embargo se detectan varios parámetros para los cuales no hay regulación, por lo que se tuvo que acudir a normas internacionales. Además se constata una falta de control sobre el cumplimiento de las normas que sí se tienen.
- Para conocer la eficiencia energética que tiene una edificación, se observa métodos de certificación internacionales, que se encargan de evaluarlas y categorizarlas dentro de rangos de eficiencia energética. En el país no se encuentra normativa nacional o local que establezca estándares con este fin.
- En el estudio se analizó la fase de uso de la edificación por el gran consumo energético que representa, sin embargo se observa que si se tiene en cuenta consideraciones de eficiencia desde la fase de diseño se pueden evitar consumos posteriores durante su vida útil, por ello se debe tener presente todo el ciclo de vida de las edificaciones, pues en cada fase de este se producen impactos.
- La eficiencia energética en el diseño de una vivienda, en primera instancia supone el uso de fuentes alternativas de energía, no obstante, en esencia también busca adecuar ambientalmente las áreas habitables, interviniendo en el manejo de recursos puramente arquitectónicos, para consecuentemente conseguir un ahorro energético. Por ello se consideran la iluminación y envolvente como los criterios principales de estudio, pues pueden ser tratados desde la parte arquitectónica a través de medidas pasivas.
- En Cuenca, luego de la evaluación de viviendas durante la fase de uso, se pudo detectar que sí existen consumos innecesarios de energía eléctrica por deficiencias de iluminación natural; pero en el caso de consumos por calefacción, no se ve un gran porcentaje, sin embargo se detecta que sí existe una demanda, pues las viviendas se consideran en su mayoría frías, por lo que no se habla de consumo sino de demanda en el tema de envolvente.
- El clima de Cuenca, al no tener variables extremas, no significa que no se deba considerar la temperatura como uno de los factores más importantes para proyectar, pues en la evaluación de viviendas sí se observa una demanda de calefacción.
- Se refleja una falta de aprovechamiento del recurso solar en las viviendas en Cuenca, lo cual constituye una deficiencia en el diseño arquitectónico, sabiendo que el acceso solar en una edificación es una condición necesaria para poder utilizar su energía en el acondicionamiento climático y lumínico del mismo.
- En la evaluación también se observa que los usuarios sí consideran ciertas prácticas de ahorro eléctrico, como desconectar los equipos, apagar las luces al salir de una habitación o abrir las cortinas para evitar el encender las luces durante el día.



- Además se pudo detectar cuáles son los principales electrodomésticos que generan mayor consumo en las viviendas (televisores, decodificadores, lavadoras y refrigeradoras), esto debido a mayores horas de uso y al consumo generado por “stand by”, ya que, según los resultados obtenidos, estos permanecen conectados todo el día.
- Dentro del análisis realizado, existen criterios que no se cumplieron, sin embargo tampoco podrían exigirse, entre ellos están el aporte de energía renovable para ACS, y el empleo de sistemas de control para iluminación artificial, esto debido a que a escala de vivienda unifamiliar resultaría costoso para la mayoría de personas, no obstante es importante mencionar que actualmente en el país sí observa una demanda de este tipo equipos para uso residencial.
- Como estrategias, se observa que en climas fríos, resulta ventajoso el proyectar plantas compactas, ya que reducen la exposición de las viviendas al exterior, además para este tipo de climas se recomienda que los vanos estén conformados con acristalamientos adicionales. También se ve importante el estudio de materiales para poder aislar a la edificación y evitar saltos térmicos, así como el empleo de acabados rugosos y de colores oscuros, ya que favorecen la absorción solar.
- En el planteamiento de estrategias se observa ciertos criterios (orientación y emplazamiento, factor forma) que son de difícil control estratégico, pues en varios casos dependen de factores que actúan como condicionantes de diseño (forma y orientación del predio), sin embargo es factible la aplicación de otros criterios, como el uso de aislamientos o abertura de pozos que permitan iluminar mejor los espacios, para finalmente conseguir espacios confortables y de bajo consumo.
- Se observa la importancia de las estrategias en envolvente, ya que al actuar como la piel de la edificación, se puede mejorar el acondicionamiento climático de la vivienda, aprovechando o protegiendo el interior de las condiciones ambientales exteriores, lo cual representa una reducción de demanda de energía eléctrica por calefacción para mantener los espacios en confort.
- En el caso de iluminación, las estrategias que se planteen debe ir enfocadas a mejorar la calidad lumínica de los espacios y a reducir las horas de consumo de electricidad por iluminación artificial, pero considerando que la ganancia solar a través de vidrios debe ser controlada cuidadosamente pues se podrían generar demandas por refrigeración. En la propuesta se comprueba que el empleo de consideraciones arquitectónicas mejora la iluminación natural, y el uso de lámparas eficientes ayuda a reducir el consumo eléctrico de las viviendas mejorando los niveles de iluminancia.
- En lo correspondiente a los criterios que se analizaron como complementarios (ACS, electrodomésticos, espacio de secado) se observa que la aplicación de estrategias en ellos, si permitirían reducir el consumo de energía, por ejemplo en ACS, con menores distancias de recorrido del agua a través de las tuberías se generarían menos pérdidas de calor, lo que significa una reducción del consumo de gas; en electrodomésticos, el adquirir equipos eficientes permite

reducir el consumo de electricidad; y el contar con un espacio de secado eficiente, baja la demanda de uso de secadores mecánicos lo cual corresponde a una disminución del consumo eléctrico.

- Al ser la fase de uso un período en el que los usuarios son los principales responsables de la mayor parte de los consumos que se realicen en la vivienda, es importante trabajar también en la sensibilización de los mismos y en comprometerlos en las mejoras medioambientales que se pueden aplicar.
- Además se pudo constatar en el proceso de reformas a la vivienda de estudio, que el hecho de cumplir con los valores establecidos en la normativa en el tema de envolvente, no nos asegura que el interior de la vivienda tendrá un adecuado confort térmico, esto necesariamente debe ir acompañado de un diseño pensado estratégicamente. Con esto no se quiere desestimar el uso de normativas ya que su empleo es importante, pues los parámetros que se exigen en ellas son las pautas para identificar cuáles deberían ser los criterios, estrategias o materiales a utilizarse en el proyecto.
- La propuesta que se realiza para la vivienda de estudio, es muestra de que si a la arquitectura tradicional se la modifica con algunas medidas de eficiencia energética, puede mejorar las condiciones climáticas para conseguir el confort en beneficio de los ocupantes; ya que incluso presentando condiciones desfavorables de implantación, luego de la aplicación de estrategias que aprovechen la energía disponible en forma de calor (envolvente) y luz (iluminación), se pudo mejorar el confort interior de la vivienda, obteniendo reducciones de demanda y consumo de energía.
- Es importante plantear desde la etapa de diseño, estrategias de eficiencia, pues los efectos de las decisiones afectan la calidad de vida de los ocupantes durante la fase de uso de la edificación, además que si las estrategias son pensadas desde la concepción del proyecto, no producirán costos adicionales en la vivienda por reformas para alcanzar el confort en la misma. Se debe pensar que todas las decisiones que se tomen repercuten no solo en la sociedad y el medio ambiente actual, sino que también ejercen influencia en la calidad medioambiental de las siguientes generaciones.

Recomendaciones

- Como recomendación, es necesario que durante la fase de uso de la edificación, los usuarios conozcan las instrucciones de utilización de la vivienda, pues es posible que no se sientan en confort al interior debido a un mal uso de las estrategias.
- Además se recomienda que los usuarios cumplan ciertos criterios como el uso de bombillas y electrodomésticos eficientes, pues se sabe que el solo contar con un buen proyecto ejecutado no asegura ahorros significativos de electricidad si durante la fase de uso se están realizando grandes consumos por una selección inapropiada de equipos.
- Se ve también necesario un análisis de las especificaciones técnicas de los materiales que se usan en la localidad, para que las simulaciones que se realicen sobre el comportamiento térmico de las viviendas, puedan ser más acercadas a la realidad.
- En el tema de envolvente se debe recordar que es necesario un análisis sobre infiltraciones de aire, el cual no se pudo realizar en esta investigación por la falta de equipos, sin embargo es un criterio importante, ya que su omisión puede causar pérdidas de calor en la vivienda, lo que constituye un problema en climas fríos, entonces todas las ganancias que se podrían conseguir por ventanas, ya que el vidrio ofrece altas cualidades de conductividad térmica, no servirían de nada si por carpinterías se producen filtraciones.
- Previa a la evaluación, es necesario realizar una selección de viviendas para un estudio más específico, el grupo de viviendas que se analizó se compone por aquellas donde se tuvo disponibilidad de los dueños. Se recomienda que para un resultado más objetivo y preciso se deberían escoger viviendas según sectores socio-económicos.
- Se recomienda también el uso de otros programas de simulación, sobre todo cuando se va a realizar un estudio muy específico, especialmente sobre cambios de temperatura, pues con el software Ecotect se presentaron varios problemas en este tema, ya que el programa es mucho más factible para darnos un panorama general del comportamiento térmico de la vivienda que uno específico.



Bibliografía

LIBROS

- Blume, H. (1984). *La Casa Pasiva: Clima y Ahorro Energético*. Madrid, España: Unigraf, S.A.
- Bustamante, W. (2009). *Guía de Diseño para la Eficiencia Energética en la Vivienda Social*. Santiago de Chile, Chile: Monografías y Ensayos, II Tecnología de la Construcción.
- d'Alencon, R. (2008). *Acondicionamientos. Arquitectura y Técnica*. Santiago de Chile, Chile: Ediciones ARQ.
- Rodríguez, M. (2008). *Introducción a la arquitectura bioclimática*. México, México.
- Garzón, B. (2012). *Arquitectura sostenible: Bases, soportes y casos demostrativos*. Bogotá, Colombia: Editorial Nobuko S.A.
- Garzón, B. (2015). *Arquitectura Bioclimática*. Bogotá, Colombia: Editorial Nobuko S.A.
- Iluminación, C. E. d. (2005). *Guía técnica para el aprovechamiento de la luz natural en la iluminación de edificios*. Madrid, España: Insitituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía
- Kim, J., Rigdon, B. (1998). *Sustainable Architecture Module: Introduction to Sustainable Design* (Vol. 1). Michigan, EE.UU.
- Kohler, N., Barth, B., & Heitz, S. (1997). *Life Cycle Models of Buildings, A new Approach*. CAAD Futures.
- Pourrut, P. (1983) *Los Climas del Ecuador - Fundamentos Explicativos*. Quito, Ecuador.
- Re, V. (1989). *Iluminación Interna*: Marcombo.
- Rey, F.; Velasco, E. (2006). *Eficiencia Energética en edificios: certificación y auditorías energéticas*. Madrid, España: Paraninfo, S.A.
- Prefectura Provincial del Azuay. *Atlas de la Provincia del Azuay*. (2007). Cuenca.

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

- Anderson, K., Ocneanu, A., Benítez, D., Carlson, D., Rowe, A., Bergés, M. (2012). BLUED: A fully Labeled public dataset for event-based non-intrusive load monitoring research.



- Arena, A. (s.f). Un instrumento para el Análisis y Evaluación ambiental de productos y tecnologías, El análisis de Ciclo de Vida - II - Adecuación para el sector Edilicio. *Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda*.
- Arena, A., de Rosa, C. (s.f). Un instrumento para el análisis y evaluación ambiental de productos y tecnologías. El análisis de ciclo de vida. III, Aplicación: Aislantes térmicos en muros de escuelas Rurales en regiones áridas andinas. *Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda*.
- Asdrubali, F., Buratti, C., Cotana, F., & Baldinelli, G. (2013). Evaluating of Green Buildings' Overall Performance through in Situ Monitoring and Simulations. *Energies*, 6. doi: 10.3390/en6126525
- Asdrubali, F., D'Alessandro F., Baldinelli, F., & Bianchi, F. (2014). Evaluating in situ thermal transmittance of green buildings masonries, A case study. *Case Studies in Construction Materials*, 1, 53-59.
- Aydinalp, M., Ismet, V., & Fung, A. (2004). Modeling of the space and domestic hot-water heating energy-consumption in the residential sector using neural networks. *Applied Energy*, 79, 159-178.
- Babaei, T., Abdi, H., Peng, C., Saeid, L. (2015). A study and a directory of energy consumption data sets of buildings. *Energy and Buildings*, 94.
- Bagoña, M., Lopusniak, M., & Katunsky, D. (2010). In Situ Measurement and Service Monitoring of Low-Energy Building. *Technical Transactions, Civil Engineering*(4).
- Bagoña, M., Lopusniak, M., & Katunsky, D., Vertal, M. (2014). Measurements of Electricity Consumption In a Low-energy Building in Mid-Europe Climatic Conditions. *Energy Engineering*, 111(2), 62-78.
- Barragán, A.; Ochoa, P. (2014). Estudio de caso: Diseño de viviendas ambientales de bajo costo., 5(1).
- Calle, J., Fajardo, J., Sánchez L. (2010). Agua caliente sanitaria de uso doméstico con Energía Solar, una alternativa para la ciudad de Cuenca. *INGENIUS*.
- Cesaratto, P.; De Carli, M. (2013). A measuring campaign of thermal in situ and possible impacts on net energy demand in buildings. *Energy and Buildings*, 59, 29-36.
- Escorcia, O., García, M., Trebilcock, M., Celis, F., & Bruscato, U. (2012). Mejoramientos de envolvente para la eficiencia energética de viviendas en el centro-sur de Chile. *Informes de la Construcción*, 64(0020-0883).
- Evans, J.; Schiller, S. (2013). Promoción de Eficiencia Energética y Uso de Energía Solar en Vivienda del Ecuador. *Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables*, 8.
- Guillén, V., Quesada, F., López, M., Orellana, D., Serrano, A. (2014). Eficiencia energética en edificaciones residenciales. *ESTOA*, 5.
- Guzmán, O. (2009). Eficiencia energética. Un panorama regional. *Nueva Sociedad*.
- Hirata, E. (2015). Código de Conservación de Energía para las edificaciones de México (IECC-México). Conferencia presentada en: Taller para la Inauguración del Acelerador y Desarrollo de Plan de Trabajo para la Ciudad de México, Ciudad de México, México.

- Holcomb, C. (2012). Pecan Street Inc. : A test-bed for NILM. Paper presented at the International workshop on Non-intrusive load monitoring.
- Jaber, S. A. S. (2011). Optimum, technical and energy efficiency design of residential building in Mediterranean region. *Energy and Buildings*, 43, 1829-1834.
- Kelly, J., Knottenbelt, W. (2014). Uk-Dale: A dataset recording Uk domestic Appliance-Level Electricity Demand and whole-house demand.
- Kolter, J., Johnson, M. (2011). REDD: A public data set for energy disaggregation research. Paper presented at the Proceedings of the SustKDD workshop on Data mining applications in Sustainability.
- Gill, Z., Tierney, M., Pegg, Ian., & Allan, N. (2011). Measured energy and water performance of an aspiring low energy/carbon affordable housing site in the UK. *Energy and Buildings*, 43, 117-125.
- Leal, G. (2012). El Papel de la arquitectura bioclimática y sostenible en la producción de vivienda como bien de consumo Arquitectura Sostenible: Bases, soportes y casos demostrativos. Bogotá, Colombia.
- Makonin, S., Popowich, F., Bartram, L., Gill, B., Bajic, I. (2013). AMPds: A public dataset for load disaggregation and eco-feedback research. Paper presented at the *The Annual Electrical Power and Energy Conference*. Mangkuto, R.; Wang, S. (2014). Comparison between lighting performance of a virtual natural lighting solutions prototype and a real window based on computer simulation. *Frontiers of Architectural Research*, 3.
- Méquignon, M.; Ait, Hassan. (2014). The Construction Industry and Lifespan. In Springer (Ed.), *Lifetime Environmental Impact of Buildings*. France: SpringerBirefs in Applied Sciences and Technology.
- Olofsson, T., Mahlia, T. (2012). Modeling and simulation of the energy use in an occupied residential building in cold climate. *Applied Energy*, 91, 432-438.
- Ossio, F., De Herde, A., & Veas, L. (2012). Exigencias europeas para infiltraciones de aire: Lecciones para Chile. *Revista de la Construcción*, 11.
- Pérez, A., Calama, J., Flores, V. (2016). Comparativa de resultados de rehabilitación energética para viviendas en función del grado de mejora. *Informes de la Construcción*, 68(541).
- Quesada, F. (2014). Métodos de evaluación sostenible de la vivienda: Análisis comparativo de cinco métodos internacionales. *Revista Hábitat Sustentable*, 4(N1), 56-57.
- Quesada, F. Método de Certificación de la Construcción Sustentable de la Vivienda. Proyecto de Investigación. Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca (DIUC).

- Reinhardt, A., Baumann, P., Burgsthaler, D., Hollick, M., Chonov, H., Werner, M., Steinmetz, R. (2012). On the Accuracy of Appliance Identification: Based on Distributed Load Metering Data. *SustainIT*.
- Roviras, J. (2013). Integración arquitectónica de colectores solares térmicos cerámicos para clima mediterráneo. *ESARQ*.
- SENER. (2011). Indicadores de eficiencia energética en el sector residencial. *Taller de Indicadores de Eficiencia Energética en México*.
- Shrestha, P.; Kulkarni, P. (2013). Factors Influencing Energy Consumption of Energy Star and Non-Energy Star Homes. *Journal of Management in Engineering*, 29(3).

MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y CERTIFICACIÓN

- CERQUAL. (2012). *Qualitel: Habitat & Environment*. Qualitel et Habitat & Environment
- Comité de Investigación de Casbee (2011). *Manual Técnico de CASBEE para Nuevas Construcciones* (2010 ed. Vol. 1). Tokyo, Japón.
- Council, J. S. B. C. J. G. (2008). *Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency (CASBEE) for Home (Detached House) - Technical Manual 2007 Edition*. Tokyo, Japón.: Institute for Building Environment and Energy Conservation
- Global, B. (2011b). *Manual BREEAM ES Vivienda*. Reino Unido: Building Research Establishment.
- United States Green Building Council. (2013). *LEED v4, Home: Design and Construction*.
- VERDE_NE. (2012). *Guía para los Evaluadores Acreditados GEA VERDE NE, Residencial y Oficinas V 1.a* (pp. 398). España: Green Building Council - España.

NORMAS Y REGULACIONES

- American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. (2015) *Purposes and Scopes*. Recuperado el 07 de noviembre de 2015 desde <https://www.ashrae.org/standards-research--technology/standards--guidelines/titles-purposes-and-scopes#90-2>
- American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. (2007). *Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings*. ASHRAE 90.2
- Código Técnico de la Edificación. (2013). *Documento Básico. Ahorro de Energía*. España: Gobierno de España
- European Committee for Standardization CEN. (2015). Recuperado el 07 de noviembre de 2015, desde <http://www.cen.eu/work/Pages/default.aspx>.

- European Standards (EN). (2000). *Ventanas y puertas. Permeabilidad al aire. Método de ensayo*. EN 1026
- European Standards (EN). (2012). *Componentes y elementos para la edificación. Resistencia térmica y transmitancia térmica. Método de Cálculo*. EN 6946
- European Standards (EN). (2011). *Eficiencia energética de los edificios. Cálculo del consumo de energía para calefacción y refrigeración de espacios*. EN 13790
- European Standards (EN). (2000). *Energy performance in buildings. Thermal solar and daylight properties of building components – Part 3: Detailed calculation method of the solar and daylight characteristics for solar protection devices combined with glazing*. EN 52022-3
- European Standards (EN). (2008). *Eficiencia energética de los edificios. Requisitos energéticos para la iluminación*. EN 15193
- European Standards (EN). (2008). *Eficiencia energética de los edificios. Consumo global de energía y definición de las evaluaciones energéticas*. EN 15603
- European Standards (EN). (2008). *Sistemas de calefacción en los edificios. Método para el cálculo de los requisitos de energía del sistema y de la eficiencia del sistema. Parte 3-2: Sistemas de agua caliente sanitaria, distribución*. EN 15316-3-2
- European Standards (EN). (2008). *Sistemas de calefacción en los edificios. Método para el cálculo de los requisitos de energía del sistema y de la eficiencia del sistema. Parte 3-3: Sistemas de agua caliente sanitaria, generación*. EN 15316-3-3
- European Standards (EN). (2012). *Sistemas solares térmicos y sus componentes. Instalaciones a medida. Parte 1: Requisitos generales para los calentadores de agua solares y las instalaciones solares combinadas*. EN 12977-1
- European Standards (EN). (2012). *Sistemas solares térmicos y sus componentes. Instalaciones a medida. Parte 2: Métodos de ensayo para los calentadores de agua solares y las instalaciones solares combinadas*. EN 12977-2
- European Standards (EN). (2005). *Instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente sanitaria. Cálculo de la demanda de energía térmica*. EN 94002
- Institute Code Council (ICC). (2012). *International Energy Conservation Code*.
- International Organization for Standardization (ISO). (2007). *Componentes y elementos para la edificación. Resistencia térmica y transmitancia térmica. Método de Cálculo*. ISO 6946
- International Organization for Standardization (ISO). (2007). *Prestaciones térmicas de edificios. Transmisión de calor por el terreno. Método de Cálculo*. ISO 13370



- International Organization for Standardization (ISO). (2008). *Eficiencia energética de los edificios. Cálculo del consumo de energía para calefacción y refrigeración de los espacios*. ISO 13790
- International Organization for Standardization (ISO). (1980). *Windows and door height windows. Air permeability test*. ISO 6613
- International Organization for Standardization (ISO). (2015). *Energy performance in buildings. Thermal solar and daylight properties of building components – Part 3: Detailed calculation method of the solar and daylight characteristics for solar protection devices combined with glazing*. ISO 52022-3
- International Organization for Standardization (ISO). (2012). *Building environment design. Indoor environment. Design process for visual environment*. ISO 16817
- International Organization for Standardization (ISO). (2013). *Energy performance of Buildings. Presentation of measured energy use of buildings*. ISO 12655
- International Organization for Standardization (ISO). (2012). *Framework of the design process for energy-saving single-family residential and small commercial buildings*. ISO 13153
- International Organization for Standardization (ISO). (1995). *Solar heating. Domestic water heating systems. Part 2: Outdoor test methods for system performance characterization and yearly prediction of solar-only systems*. ISO 9459-2
- International Organization for Standardization (ISO). (2011). *Environmental management systems. Guidelines for incorporating ecodesign*. ISO 14006
- International Organization for Standardization (ISO). (2006). *Greenhouse gases*. ISO 14064-1-2-3
- International Organization for Standardization (ISO). (2006). *Energy performance of buildings, Calculation of energy use for space heating and cooling*. ISO 13790
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2009). *Eficiencia energética en edificaciones. Requisitos*. INEN 2506
- Norma Ecuatoriana de la construcción (2011) *Capítulo 13: Eficiencia Energética en la Construcción en Ecuador* : Gobierno Nacional de la República del Ecuador.
- Norma Ecuatoriana de la construcción (2011) *Capítulo 8: Vidrio* : Gobierno Nacional de la República del Ecuador.

TESIS

- Azuara, F. & Mezquida, M. (2004). *Proyecto de Ahorro de energía para el instituto tecnológico de Villahermosa*. (Ingeniero Mecánico Electricista). Universidad Veracruzana.

- Cordero, X., Guillén, V. (2012). *Criterios bioclimáticos para el diseño de viviendas unifamiliares en la ciudad de Cuenca*. (Arquitecto), Universidad de Cuenca.
- Martínez, P. (2010). *Usos finales de energía eléctrica y GLP en el Cantón Cuenca. Escenarios al año 2015*. (Magister en Gestión Tecnológica), Universidad de Cuenca.
- Mogrovejo, W. & Sarmiento, J. (2011). *Análisis de factibilidad técnica y económica en la implementación de energía fotovoltaica y termo solar para generación de electricidad y calentamiento de agua mediante paneles solares fijos y con un seguidor de sol de construcción casera, para una vivienda unifamiliar*. (Ingeniero Eléctrico), Universidad de Cuenca.
- Romero, N. (2011). *Consumo de energía a nivel residencial en Chile y análisis de Eficiencia Energética en calefacción*. (Ingeniero Civil), Universidad de Chile.

FUENTES DIGITALES

- Ahorros importantes con idénticas prestaciones. (2005). Electrodomésticos y Eficiencia Energética. Recuperado el 24 de julio de 2016, de http://revista.consumer.es/web/es/20050701/economia_domestica/69813.php
- Alvear, A. (2015). *Herramientas para evaluación energética en edificaciones*.
- Capítulo 6, Ventanas y Puertas. (2013). BAE Residential Energy. Recuperado el 29 de abril de 2016, de www.bae.uky.edu
- CEN, E. C. f. S. Recuperado el 7 de noviembre de 2015, de <http://www.cen.eu/work/Pages/default.aspx>
- Commission, E. (2015). *The 2020 climate and energy package*. Recuperado el 11 de Junio de 2015, de http://ec.europa.eu/clima/policies/package/index_en.htm
- Energy Information Administration. (2009). *Residential Energy Consumption Survey: Household Questionnaire*. Recuperado el 26 de Junio de 2015, desde https://www.eia.gov/survey/form/eia_457/form.pdf
- El factor de forma como estrategia de diseño*. (2013). Recuperado el 26-Abr-2016, desde <https://huellasdearquitectura.wordpress.com/2013/05/24/el-factor-de-forma-como-estrategia-de-diseno/>
- El subsidio opaca el negocio del gas*. (2013). Líderes. Recuperado el 06-Jun-2015.
- El uso de sensores en las casas se duplicó en cuatro años en Ecuador*. (2014). El Comercio. Recuperado el 11 de mayo de 2016, desde <http://www.elcomercio.com/tendencias/tecnologia/de-sensores-casas-se-duplico.html>



- Espinoza, P. (INER). *INER celebra sus tres años al servicio del país en el marco de la conmemoración del Día Mundial de la Eficiencia Energética* [Comunicado de prensa]
- Europeas, C. d. l. c. (2006). *Plan de acción para la edificación energética: realizar el potencial COM(2006)545 final*: Comisión de las comunidades Europeas.
- Ferreira, C. (2010). *El transporte en el balance energético de los países miembros de OLADE*. Quito, Ecuador.
- Fundación Iberoamericana de Seguridad y salud ocupacional. *Confort higrotérmico y cuidado ambiental* [Comunicado de prensa]. Recuperado el 06 de junio de 2016, desde <http://www.fiso-web.org/Content/files/articulos-profesionales/CONFORT-HIGROTÉRMICO-Y-CUIDADO-AMBIENTAL.pdf>
- GAD Municipal de Cuenca. *Una Diagnósis en 9 puntos para el centro histórico*. (2015). Cuenca.
- Gerencia de electricidad UEN. *Guía para interpretar etiquetas energéticas en refrigeradores domésticos*. In A. d. C. d. Energía (Ed.). San José, Costa Rica. Recuperado el 21 de mayo de 2016, desde https://www.grupoice.com/wps/portal/Grupo%20ICE/Grupo%20ICE/!Uf/p/z1/hy47d4jaeir_qqh8yhbgddngtk4cpzw972ojynodlvzwsaianq8r4sualuk0t7n8g_l9oatainjuina2r7fxdh4qg34ryo_wcyno6ioc3texlrikzv4edhdcskkl5zwvpmaggk-zvrrr27tu_smlzbuejimayeuepi711u7ek3skk6a9kncw2d4w0h-4q5zgobxvzz/dz/d5/l2dbisevz0fbis9nqseh/
- Guía práctica para el uso eficiente de la energía. *Manual para consumidores y usuarios*. (2005). En P. C. Sustentable (Ed.), (LOM Ediciones ed.). Santiago de Chile, Chile. Recuperado el 23 de abril de 2016, desde http://www.archivochile.com/Chile_actual/patag_sin_repre/06/chact_hidroay-6%2000003.pdf
- Hernández, B., Escobedo, A., León, H. (2015). *La luz natural y su potencial para el ahorro de energía. Un estudio en oficinas públicas del Distrito Federal*. Recuperado el 24 de julio de 2016, de http://www.conuee.gob.mx/wb/Conuee/la_luz_natural_y_su_potencial_para_el_ahorro_de_en
- ICLEI. (2011). *Instrumentos de Clasificación y Certificación de Edificios*. Recuperado el 31 de marzo de 2016, desde www.iclei.org/lacs/portugues
- Ilustre Municipalidad de Cuenca. *Guía de Arquitectura de Cuenca*. (2007). Cuenca: Junta de Andalucía.
- Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones. (2016). *¿Qué es la inercia térmica?*. Recuperado el 09 de julio de 2016, desde https://www.ieca.es/vsimprimir.asp?id_rep=692
- Menon, R., Porteous, C. (2012). *Design Guide: Healthy low energy home laundering*. Recuperado el 24 de julio de 2016, desde http://www.gsa.ac.uk/media/486640/mearu_laundry_design_guide.pdf

- Muñoz, M. (2013). *Consumo de energía aumenta 18% en la época invernal aunque hay formas de amortiguarlo*, Emol. Recuperado desde <http://www.emol.com/noticias/economia/2013/06/07/602621/consumo-de-energia-aumenta-18-en-la-epoca-invernal-aunque-hay-formas-de-amortiguarlo.html>
- Proyecto Sech-Spahousec: *Análisis del consumo energético del sector residencial en España*. (2011). España: Ministerio de Industria, energía y turismo.
- Renovable, M. d. E. y. E. (2015). *Dirección de Eficiencia Energética*. Recuperado el 26 de junio de 2015, desde <http://www.energia.gob.ec/direccion-de-eficiencia-energetica/>
- Renovables, I. N. d. E. E. y. E. (2014). *Eficiencia Energética en Edificaciones* [Comunicado de prensa]
- Schröder. (2016). *Reproducción Cromática*. Recuperado el 23 de mayo de 2016, desde <http://www.schreder.com/cls-es/Centro-Formacion/Esencial-Alumbrado/Pages/Colour-rendering.aspx>
- Soutullo, S. (2015). *Evaluación energética experimental. Monitorización*. Antigua, Guatemala.: Centro de Investigaciones energéticas, medioambientales y tecnológicas.
- Standardization, I. O. f. ISO. Recuperado el 07 de noviembre de 2015, desde <http://www.iso.org/iso/home/about.htm>
- University of California, S. o. I. a. C. S. *Individual household electric power consumption Data Set*. Recuperado el 25 de julio de 2016, de <http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Individual+household+electric+power+consumption#>



ANEXOS

ÍNDICE

ANEXO 1	186
MODELO DE ENCUESTA PARA MUESTRA DE 280 VIVIENDAS	
ANEXO 2	188
MODELO DE ENCUESTA PARA MUESTRA DE 5 VIVIENDAS	
ANEXO 3	190
MODELO DE FICHA PARA MEDICIÓN EN MUESTRA DE 5 VIVIENDAS	
ANEXO 4	191
PLANTAS DE VIVIENDAS CON RESULTADOS DE MEDICIÓN	
ANEXO 5	201
EQUIPOS UTILIZADOS PARA MONITORIZACIÓN	
ANEXO 6	203
FICHAS DE RESULTADOS DE MONITORIZACIÓN	
ANEXO 7	213
FICHAS DE RESULTADOS DE SIMULACIONES	
ANEXO 8	228
FICHA DE RESULTADOS DE ENERGÍA	

ANEXO 9	245
CATÁLOGO DE VIDRIOS_FAIRIS	
ANEXO 10	247
CÁLCULO PARA LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LÁMPARAS	
ANEXO 11	248
NIVELES DE ILUMINACIÓN ARTIFICIAL PARA EL CASO DE ESTUDIO (VIVIENDA #4)	



ANEXO 1

MODELO DE ENCUESTA PARA MUESTRA DE 280 VIVIENDAS

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "MÉTODO DE CERTIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE DE VIVIENDAS" UNIVERSIDAD DE CUENCA		
CLAVE CATASTRAL:		FECHA:
INFORMACIÓN GENERAL DE LA VIVIENDA		CONFORT HIGRO-TÉRMICO
1. Antigüedad de la vivienda		7. Considera que la vivienda es:
1. Menos de 2 años		1. Muy fría
2. Entre 2 y 10 años		2. Algo fría
3. Más de 10 años		3. Fresca
2. Reside en una vivienda...		4. Algo calurosa
1. Propia		5. Muy calurosa
2. De alquiler		8. En qué momento del día
3. Otro: _____		1. Mañana
		2. Tarde
		3. Noche
		3. Todo el tiempo
3. Cantidad de dormitorios		9. ¿Siente corriente de aire en el interior de la vivienda?
1. Número		1. Sí
4. La vivienda dispone de:		2. No
1. Telefonía fija		10. En el interior de su casa ¿De qué forma se escuchan los ruidos de la calle?
2. Telefonía móvil		1. Muy fuertes
3. Internet		2. Fuertes
INFORMACIÓN DE OCUPANTES		3. Suaves
5. Número de personas que habitan en la vivienda		4. Muy suaves
1. Número		5. No se escuchan
6. Edades de los ocupantes		CALIDAD DE AIRE
≤18 años 19-65 años > 65 años		11. ¿Qué tipo de mecanismo utiliza para la ventilación de la vivienda?
1. _____		1. Abre la puerta
2. _____		2. Abre las ventanas
3. _____		3. Ventilación mecánica
4. _____		4. Ninguna
5. _____		5. Extractor
6. _____		
7. _____		
8. _____		
9. _____		
10. _____		
11. _____		
12. _____		
13. _____		
14. _____		
15. _____		
16. _____		
17. _____		
18. _____		
19. _____		
20. _____		
21. _____		
22. _____		
23. _____		
24. _____		
25. _____		
26. _____		
27. _____		
28. _____		
29. _____		
30. _____		
31. _____		
32. _____		
33. _____		
34. _____		
35. _____		
36. _____		
37. _____		
38. _____		
39. _____		
40. _____		
41. _____		
42. _____		
43. _____		
44. _____		
45. _____		
46. _____		
47. _____		
48. _____		
49. _____		
50. _____		

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "MÉTODO DE CERTIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE DE VIVIENDAS" UNIVERSIDAD DE CUENCA		
CLAVE CATASTRAL:		FECHA:
ELECTRODOMÉSTICOS		ILUMINACIÓN
18. ¿Su refrigerador tiene etiqueta de eficiencia energética?		24. ¿Utiliza focos ahorradores en su vivienda?
1. Sí		1. Sí
2. No		2. No
3. No sabe		25. ¿Apaga las luces al salir de una habitación?
Al adquirir un electrodoméstico, ¿es importante que tenga características de ahorro de energía?		1. Sí
1. Sí		2. No
2. No		26. ¿Abre Ud. Las cortinas de las habitaciones durante el día para aprovechar la luz natural?
3. No Sabe		1. Sí
ENVOLVENTE Y CLIMATIZACIÓN		2. No
20. ¿Utiliza algún sistema de calefacción en su vivienda?		27. ¿Cuál de los siguientes ambientes considera que son iluminados adecuadamente solo por la luz del día?
1. Sí (continúe en 21)		1. Sala
2. No (continúe en 23)		2. Comedor
21. ¿Qué tecnología utiliza para la calefacción de su vivienda?		3. Cocina
1. Calor directo del sol		4. Dormitorios
2. Calefactor de gas		5. Estudio
3. Chimenea de leña		6. Baños
4. Chimenea eléctrica		7. Lavandería
5. Calefacción centralizada		8. Todos
6. Calefactor eléctrico		9. Ninguno
7. Otro: _____		28. ¿Cuántas horas al día tiene prendida la luz de lunes a viernes y los fines de semana?
22. ¿En qué meses usa calefacción?		1. Hora
1. _____		2. Hora
2. _____		29. En la mañana ¿Desde qué hora es necesario encender los focos?
3. _____		1. Hora
4. _____		30. En la tarde hasta la noche ¿Desde qué hora es necesario encender los focos?
23. ¿Cree Ud. Que necesita calefacción en su vivienda?		1. Hora
1. Sí		2. No
2. No		31. ¿Utiliza algún tipo de energía alternativa?
		1. Sí (Continúe en 32)
		2. No (Continúe en 33)
		32. ¿Qué Tipo de energía alternativa utiliza?
		1. Paneles Solares (electricidad)
		2. Aerogenerador (viento)
		3. Paneles Solares térmicos (ACS)
		4. Otros: _____
		33. ¿En qué grado de importancia considera que la casa debe usar un sistema de generación de energía renovable?
		1. Nada importante
		2. Poco importante
		3. Indiferente
		4. Importante
		5. Muy importante
		IMPORTANCIA DEL AHORRO DE ENERGÍA
		34. ¿Aconstrumba usted a secar su ropa al aire libre?
		1. Sí
		2. No
		35. ¿Qué sistema usa para calentar el ACS?
		1. Calefón a gas
		2. Calefón eléctrico
		3. Paneles solares
		4. Ducha eléctrica
		5. Otros: _____
		36. ¿Usted realizaría algún tipo de reforma en las paredes exteriores para mejorar la temperatura de su casa?
		1. Sí
		2. No



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN									
"MÉTODO DE CERTIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE DE VIVIENDAS"									
UNIVERSIDAD DE CUENCA									
CLAVE CATASTRAL:					FECHA:				
PREGUNTAS DE OBSERVACIÓN DIRECTA									
37.	TIPO DE VIVIENDA, EMPLAZAMIENTO				38. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTES				
	1. Casa aislada				1. Muros exteriores (fachada)	<input type="checkbox"/> Ladrillo	<input type="checkbox"/> Bloque	<input type="checkbox"/> Piedra	
	2. Casa adosada entre dos viviendas					<input type="checkbox"/> Madera	<input type="checkbox"/> Tierra	<input type="checkbox"/> Otros	
	3. Departamento aislado					<input type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Revestido	<input type="checkbox"/> Pintado	
	4. Departamento adosado					<input type="checkbox"/> Otro			
					3. Vanos (puertas, ventanas)	<input type="checkbox"/> Vidrio	<input type="checkbox"/> Acrílico	<input type="checkbox"/> Plástico	
						<input type="checkbox"/> Madera	<input type="checkbox"/> Otros		
					4. Muros interiores	<input type="checkbox"/> Ladrillo	<input type="checkbox"/> Bloque	<input type="checkbox"/> Piedra	
						<input type="checkbox"/> Madera	<input type="checkbox"/> Otros		
					5. Acabado predominante (interior)	<input type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Revestido	<input type="checkbox"/> Pintado	
						<input type="checkbox"/> Otro			
					6. Cielo raso	<input type="checkbox"/> Est. Vista	<input type="checkbox"/> Estuco	<input type="checkbox"/> Aglomerado	
						<input type="checkbox"/> Madera	<input type="checkbox"/> Otros		
					7. Cubierta	<input type="checkbox"/> Teja	<input type="checkbox"/> Loza	<input type="checkbox"/> Eternit	
						<input type="checkbox"/> Zinc			
					8. Piso	<input type="checkbox"/> Madera	<input type="checkbox"/> Alfombra	<input type="checkbox"/> Ladrillo	
						<input type="checkbox"/> Cerámica	<input type="checkbox"/> Cemento	<input type="checkbox"/> Vinil	
						<input type="checkbox"/> Otro			



ANEXO 2

MODELO DE ENCUESTA PARA MUESTRA DE 5 VIVIENDAS

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "MÉTODO DE CERTIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE DE VIVIENDAS" UNIVERSIDAD DE CUENCA									
CLAVE CATASTRAL:				FECHA:					
ELECTRODOMÉSTICOS								ILUMINACIÓN	
1. Consumo de electrodomésticos								2. ¿Cuántas luces exteriores pasan normalmente encendidas en la noche?	
Tipo	Cant. #	Eq. Eléctricos permanecen conectados		Frecuencia de uso		Tipo de energía (electricidad, tanque de GLP, otro)	Tiempo de uso	3. ¿Existen luminarias que se accionen mediante sensores de luz, temporizadores, etc?	
		SÍ	NO	Por semana	Por día			1. Cantidad	
Cocina								4. ¿Cuáles son los lugares que más se utilizan en su vivienda?	
Hornos Separados								1. Sala	
Calefón								2. Comedor	
Microondas								3. Cocina	
Refrigerador								4. Dormitorios	
Lavavajillas								5. Estudio	
Lavadora de ropa								6. Sala de Estar	
Secadora de ropa								7. Jardín	
Televisores								8. Otro: _____	
Computadores								5. Código del medidor de la vivienda	
Calefactor/Radiador								1. Consumo promedio (kWh y/o \$)	
Equipos de música								6. ¿En esta vivienda la luz eléctrica la obtienen de ...?	
Cafeteras								1. Servicio Público	
Aspiradora								2. Paneles solares	
Plancha								3. Una planta particular	
Decodificadores de TV								4. Otro: _____	
Laptop									
Impresora									
Consola de Videojuegos									
DVD/ Blu-Ray									
Licudadora									
Máquina de coser									

OBSERVACIONES: Estas preguntas son adicionales a las presentadas en el anexo 1

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "MÉTODO DE CERTIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE DE VIVIENDAS" UNIVERSIDAD DE CUENCA									
CLAVE CATASTRAL:				FECHA:					
ELECTRODOMÉSTICOS				CONFORT INTERIOR				CONFORT TÉRMICO	
7. ¿Utiliza algún sistema de seguridad?				13. Por favor estime el porcentaje de tiempo que emplea para las siguientes actividades en su vivienda				15.1 Usted ha indicado que se encuentra insatisfecho con la temperatura en su habitación ¿Cuál de los siguientes factores contribuyen a su disgusto?	
1. Sí				1. Dormir				En un tiempo de calor, la temperatura de su habitación es:	
2. No (Continúe en 9)				2. Actividades sedentarias (leer, comer, ver TV, etc.)				1. A menudo demasiado caliente	
8. Indique qué tipo de seguridad usa				3. Actividades de baja intensidad (cocinar, etc.)				2. A menudo demasiado frío	
1. Cerca eléctrica				4. Actividades de alta intensidad (ejercicio, etc.)				En un tiempo de frío, la temperatura de su habitación es:	
2. Sensores de movimiento				5. Otro: _____				1. A menudo demasiado caliente	
3. Sensores de apertura de vent.								2. A menudo demasiado frío	
4. Circuito cerrado de TV									
5. Otro: _____									
AGUA CALIENTE SANITARIA				14. ¿Cuál de los siguientes elementos ajusta o controla ud personalmente en su habitación?				15.2 ¿A qué hora los problemas son más frecuentes?	
9. ¿Acostumbra usted a secar su ropa sin usar un sistema mecánico?				1. Persianas o cortinas				1. Por la mañana (6am-11am)	
1. Sí				2. Ventana ajustable				2. Medio día (11am-2pm)	
2. No				3. Termostato				3. Tarde (2pm-5pm)	
CONFORT INTERIOR				4. Calentador portátil				4. Noche (5pm-11pm)	
10. ¿Cuántos años ha vivido en esta vivienda?				5. Calentador permanente				5. Madrugada (11pm-6am)	
1. < 1 año				6. Unidad de aire acondicionado				6. Ningún tiempo en particular	
2. 1 - 2 años				7. Ventilador portátil				7. Otro: _____	
3. 3 - 5 años				8. Ventilador de techo					
4. > 5 años				9. Ventilador de aire ajustable en pared o techo					
11. En una típica semana, ¿Cuántas horas permanece en la vivienda?				10. Ventilador de aire ajustable en el piso				15.3 ¿Cómo describiría mejor el origen de este malestar?	
1. 60 horas o menos				11. Puerta interior				1. Humedad demasiado alta (húmeda)	
2. 61-80 horas				12. Puerta hacia el interior				2. Humedad demasiado baja (seco)	
3. 81-100 horas				13. Ninguna de las anteriores				3. Movimiento de aire demasiado alto	
4. 101-120 horas				14. Otro: _____				4. Movimiento de aire demasiado bajo	
5. Más de 120 horas				15. ¿Qué tan satisfecho está usted con la temperatura en su habitación?				5. Entrada de sol	
En una típica semana, ¿Qué porcentaje del tiempo que permanece en su vivienda pasa en los siguientes lugares?				1. ** Muy Satisfecho				6. Calor/frío que rodea las superficies (piso, techo, etc)	
1. Dormitorio				2. **				7. Algunas o todas las áreas se sobrecalientan cuando se está cocinando	
2. Baño				3. **				8. Corriente de aire de ventanas	
3. Cocina				4. *				9. El ambiente es más frío o caliente que otras áreas	
4. Áreas comunes de la vivienda				5. *				10. Termostato es inaccesible	
5. Otro: _____				6. *				11. Termostato es ajustado para otra persona	
				7. * Muy Insatisfecho				12. El sistema de calefacción/refrig. No responde lo suficientemente rápido	
								13. Otro: _____	

* Continúe en 15.1 **Continúe en 16



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "MÉTODO DE CERTIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE DE VIVIENDAS" UNIVERSIDAD DE CUENCA					
CLAVE CATASTRAL:		FECHA:			
ILUMINACIÓN		CONFORT INTERIOR		SATISFACCIÓN DEL CONFORT EN LOS ESPACIOS	
16. Sobre cuál de los siguientes elementos mantiene ud control para la iluminación de su habitación		17.1 Iluminación en su habitación ¿Cuál de los siguientes problemas contribuyen a su insatisfacción?		Calidad de aire	
1. Reguladores de luz		1. Muy oscuro		1. Muy Satisfecho	
2. Persianas o cortinas		2. Muy brillante		2.	
3. Tablero de control		3. No hay suficiente luz natural		3.	
4. Ninguna de las anteriores		4. Demasiada luz natural		4.	
5. Otro: _____		5. No hay suficiente iluminación eléctrica		5.	
		6. Demasiada iluminación eléctrica		6.	
		7. La iluminación eléctrica parpadea		7. Muy Insatisfecho	
17. ¿Qué tan satisfecho está ud con la cantidad de iluminación en su habitación?				Condiciones acústicas	
1. Muy Satisfecho				1. Muy Satisfecho	
2.				2.	
3.				3.	
4.				4.	
5. *				5.	
6. *				6.	
7. Muy Insatisfecho		11. Sombras		7. Muy Insatisfecho	
* Continúa en 17.1		12. Otro: _____			
		SATISFACCIÓN DEL CONFORT EN LOS ESPACIOS		21. ¿Qué tan satisfecho está usted con los siguientes aspectos en su dormitorio?	
18. ¿Qué tan satisfecho está usted con la comodidad visual de la iluminación (deslumbramiento, reflexiones, contraste)?		20. ¿Qué tan satisfecho está usted con los siguientes aspectos en el área social?		Iluminación	
1. Muy Satisfecho		Iluminación		1. Muy Satisfecho	
2.		1. Muy Satisfecho		2.	
3.		2.		3.	
4.		3.		4.	
5.		4.		5.	
6.		5.		6.	
7. Muy Insatisfecho		6.		7. Muy Insatisfecho	
19. En general, ¿La calidad de la iluminación de su habitación favorece o interfiere en su comodidad?		7. Muy Insatisfecho		Condiciones de temperatura	
1. Muy Satisfecho		Condiciones de temperatura		1. Muy Satisfecho	
2.		1. Muy Satisfecho		2.	
3.		2.		3.	
4.		3.		4.	
5.		4.		5.	
6.		5.		6.	
7. Muy Insatisfecho		6.		7. Muy Insatisfecho	
		7. Muy Insatisfecho			

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "MÉTODO DE CERTIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE DE VIVIENDAS" UNIVERSIDAD DE CUENCA					
CLAVE CATASTRAL:		FECHA:			
SATISFACCIÓN DEL CONFORT EN LOS ESPACIOS		SATISFACCIÓN DEL CONFORT EN LOS ESPACIOS		SATISFACCIÓN DEL CONFORT EN LOS ESPACIOS	
Calidad de aire		Calidad de aire		Calidad de aire	
1. Muy Satisfecho		1. Muy Satisfecho		1. Muy Satisfecho	
2.		2.		2.	
3.		3.		3.	
4.		4.		4.	
5.		5.		5.	
6.		6.		6.	
7. Muy Insatisfecho		7. Muy Insatisfecho		7. Muy Insatisfecho	
Condiciones acústicas		Condiciones acústicas		Condiciones acústicas	
1. Muy Satisfecho		1. Muy Satisfecho		1. Muy Satisfecho	
2.		2.		2.	
3.		3.		3.	
4.		4.		4.	
5.		5.		5.	
6.		6.		6.	
7. Muy Insatisfecho		7. Muy Insatisfecho		7. Muy Insatisfecho	
22. ¿Qué tan satisfecho está usted con los siguientes aspectos en su baño?		23. ¿Qué tan satisfecho está usted con los siguientes aspectos en su cocina?		COMENTARIOS GENERALES	
Iluminación		Iluminación		24. Considerando todos los aspectos ¿Qué tan satisfecho está usted con el confort de su vivienda?	
1. Muy Satisfecho		1. Muy Satisfecho		1. Muy Satisfecho	
2.		2.		2.	
3.		3.		3.	
4.		4.		4.	
5.		5.		5.	
6.		6.		6.	
7. Muy Insatisfecho		7. Muy Insatisfecho		7. Muy Insatisfecho	
Condiciones de temperatura		Condiciones de temperatura		25. Comentarios adicionales o recomendaciones sobre su vivienda, habitación o construcción en general relacionado al confort interior.	
1. Muy Satisfecho		1. Muy Satisfecho			
2.		2.			
3.		3.			
4.		4.			
5.		5.			
6.		6.			
7. Muy Insatisfecho		7. Muy Insatisfecho			



ANEXO 3

MODELO DE FICHA PARA MEDICIÓN EN MUESTRA DE 5 VIVIENDAS

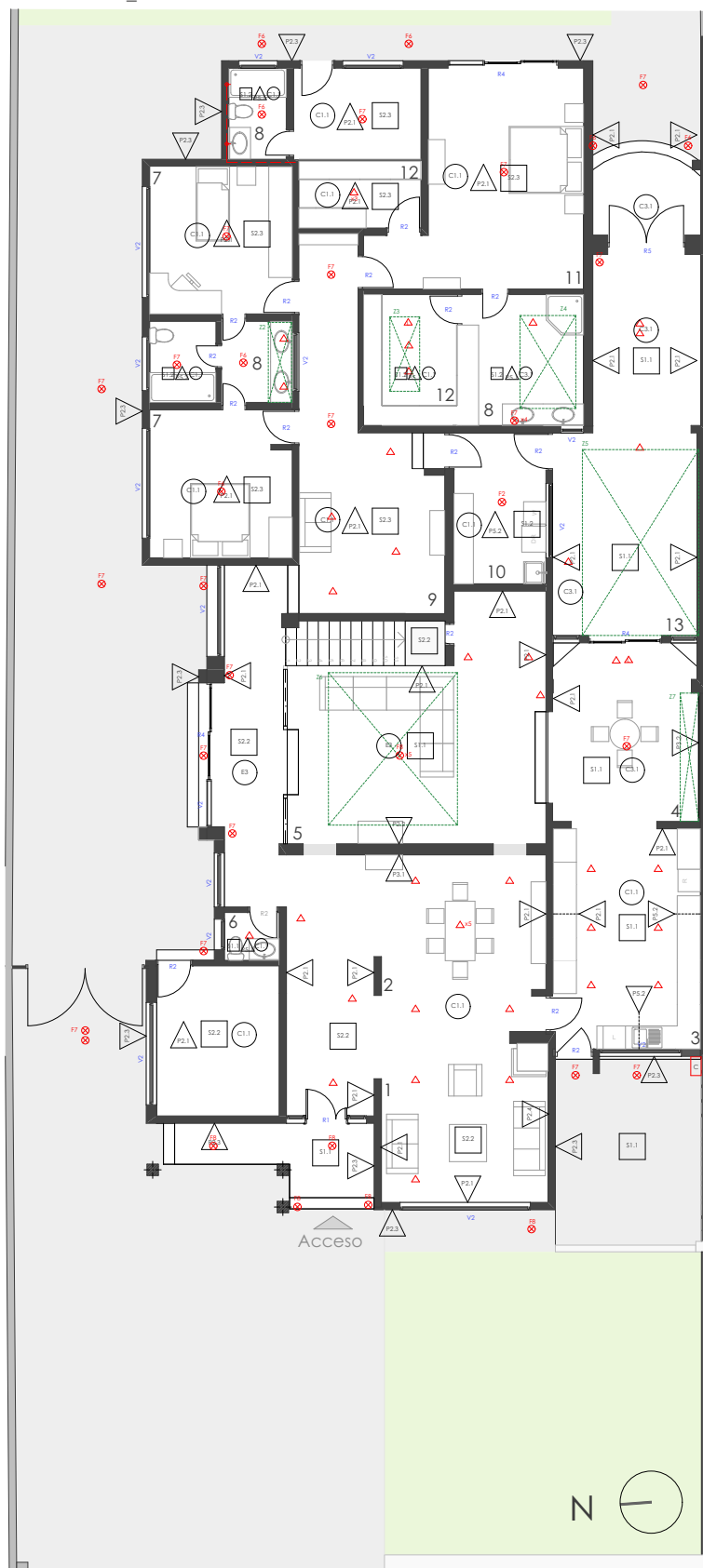
Proyecto de Investigación Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas Universidad de Cuenca									
ENCUESTADOR:		CLAVE CATASTRAL:		FECHA:		N° DE VIVIENDA:			
D. ENERGÍA		11 Iluminación natural en baños		Iluminado		13 VIVIENDA Y PARCELA			
El apartado E4 irá dibujado y especificado sobre los planos arquitectónicos		Tipo de baño:		a. Completo b. Social		1. Adosada (1 lado)			
E1. PREGUNTAS GENERALES VINCULADAS AL CONSUMO E. (%)		1. Número de pisos de la vivienda		1. Pisos		2. Adosada (2 lados)			
2. ¿De cuántos bloques (volúmenes) está compuesta la vivienda?		1. Bloques		3. Sin adosar		5. Otro:			
3. Número de habitaciones en la vivienda		1. 1 dormitorio		2. 2 dormitorios		3. Ubicación			
4. 3 dormitorios		4. 4 dormitorios		5. >5 dormitorios		1. Paroquia			
4. Número de cuartos de baño completos que tiene la vivienda		1. 1 Baño		2. 2 Baños		4. Orientación con respecto al Norte			
5. Número de cuartos de medios baños que tiene la vivienda		1. 1 Baño		2. 2 Baños		1. Orientación de acuerdo a Google Earth			
6. >5 Baños		3. 3 Baños		4. 4 Baños		5. Forma de la vivienda			
7. ¿La vivienda tiene buhardilla?		1. Si		2. No		1. Cuadrada			
8. Edad de la vivienda		1. Años		2. Años		2. En T			
9. Número de habitantes		1. TOTAL		2. Niños(as)		3. En T			
10. ¿Abre usted las cortinas de las habitaciones durante el día para aprovechar la luz natural?		1. Si		2. No		4. Otra:			
11. Cuenta con luminarias exteriores?		1. Si		2. No		6. ENVOLVENTE			
						6.1 ESPESOR - MATERIAL DE MUROS Y RECUBRIMIENTOS			
						Código ACABADO TIPO Espesor de muro (cm) Estructura: CUBIERTA			
						1. S1 cerámica clara PISOS Componentes:			
						2. S2 cerámica oscura PISOS			
						3. S3 Madera clara PISOS			
						4. S4 Madera oscura PISOS			
						5. S5 Piedra clara PISOS			
						6. S6 Piedra oscura PISOS			
						7. S7 Vinil color claro PISOS			
						8. S8 Vinil color oscuro PISOS			
						9. S9 Alfombra PISOS			
						10. S10 Cemento color claro PISOS			
						11. S11 Cemento color oscuro PISOS			
						12. C1 Estuco CIELO RASO			
						13. C2 Madera CIELO RASO			
						14. C3 Enlucido CIELO RASO			
						15. P1 ladrillo visto PAREDES			
						16. P2 enlucido PAREDES			
						17. P3 piedra PAREDES			
						18. P4 madera PAREDES			
						19. P5 bloque visto PAREDES			
						20. P6 cerámica PAREDES			
						*Especificar el color de las superficies a lado de cada código en una capa de ArchiCad llamada "Envolvente"			
						7. ESTRUCTURA GENERAL DE LA VIVIENDA			
						1. Piso Planta Baja E1: Losa de Hormigón maciza E2: Losa de Hormigón Nervada			
						2. Entrepiso E3: Estructura de madera E3: Estructura metálica			
						3. Paredes M1: Ladrillo M2: Bloque M3: Otro. Especificar			
						*Especificar el tipo de estructura sobre los planos, delimitando con línea entrecortada en una capa llamada "Estructura"			

Proyecto de Investigación Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas Universidad de Cuenca									
ENCUESTADOR:		CLAVE CATASTRAL:		FECHA:		N° DE VIVIENDA:			
E5. Carpintería		20 Área de fachadas con ventanas							
19 Material de Marco de Ventanas y Puertas		Fachada Área Total Área - vanos de ventanas Área - vanos de puertas							
Código de Ventana		1. NORTE							
Materiales principales		2. SUR							
Código de Puertas		3. ESTE							
Materiales principales		4. OESTE							
1. V1 Madera y vidrio R1 Madera y vidrio		E6. Espacio de secado							
2. V2 Aluminio y vidrio R2 Madera		21 La vivienda cuenta con un espacio de secado de ropa							
3. V3 Hierro y vidrio R3 Aluminio		1. Si							
		2. No							
		22 Área de espacio de secado							
		1. Largo							
		1. Ancho							
		1. TOTAL							
* Si es puerta de hierro adjuntar fotografía									

ANEXO 4

PLANTAS DE VIVIENDAS CON RESULTADOS DE MEDICIÓN

VIVIENDA #1_PLANTA BAJA



LEYENDA

1. Sala
2. Comedor
3. Cocina
4. Desayunador
5. Sala de estar, principal
6. Baño Social
7. Dormitorio
8. Baño Completo
9. Sala de estar
10. Lavandería
11. Dormitorio Principal
12. Vestidor
13. Patio interno (cubierto)
14. Balcón

CÓDIGOS ENVOLVENTE

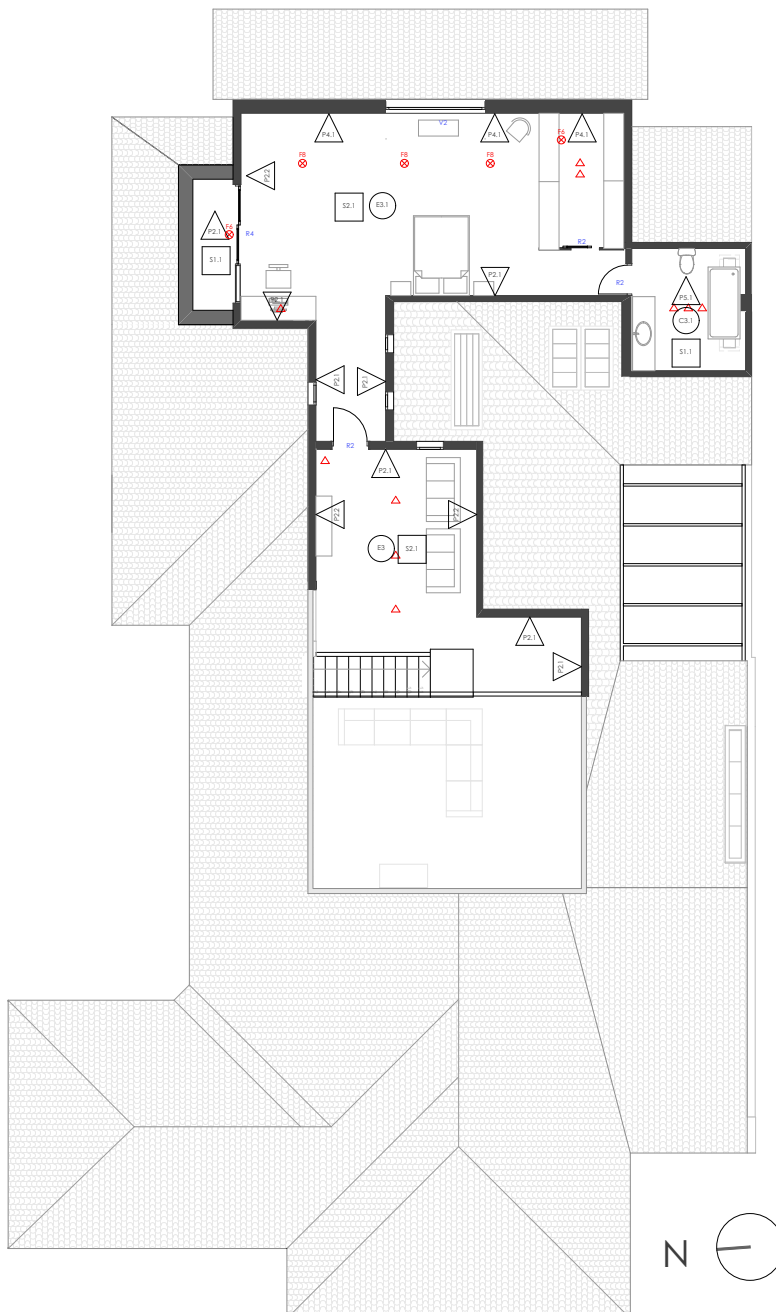
PARA

PISOS

CÓDIGO CERÁMICA	COLOR	FOTOGRAFÍA
S1.1	Beige Claro	
S1.2	Blanco	
MADERA S2.1	Café Claro	
S2.2	Café claro	
S2.3	Café Oscuro	

CIELO RASO

CÓDIGO	COLOR	FOTOGRAFÍA
C3.1	Blanco	
E3.1	Cielo Raso blanco con Vigas de madera	
E3	Cubierta de madera	
C1.1	Estuco Blanco	


VIVIENDA #1_PLANTA ALTA

ESTRUCTURA GENERAL DE LA VIVIENDA

PISO PLANTA BAJA: Losa de hormigón maciza

ENTREPISO: Estructura de madera

PAREDES: Ladrillo artesanal

LEYENDA

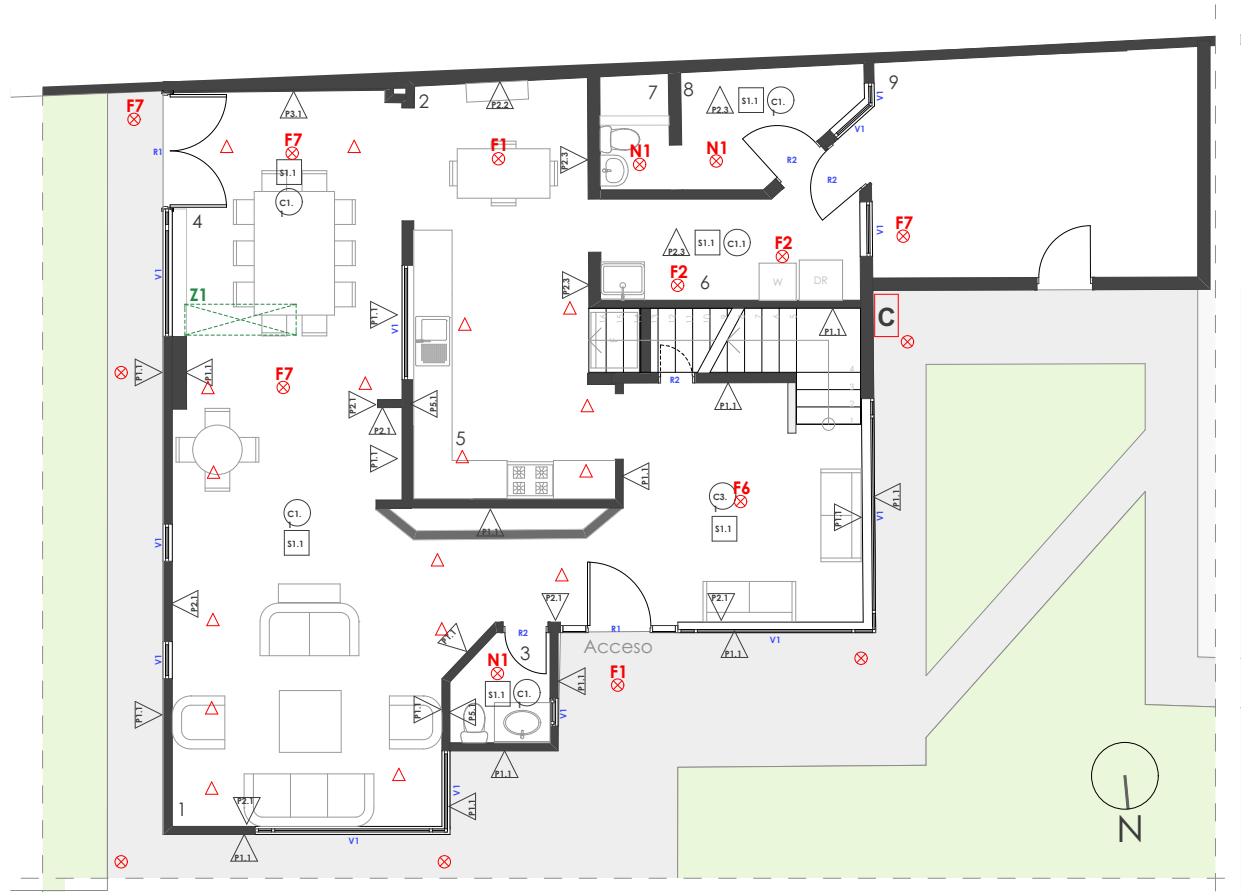
1. Sala
2. Comedor
3. Cocina
4. Desayunador
5. Sala de estar, principal
6. Baño Social
7. Dormitorio
8. Baño Completo
9. Sala de estar
10. Lavandería
11. Dormitorio Principal
12. Vestidor
13. Patio interno (cubierto)
14. Balcón

CÓDIGOS PARA ENVOLVENTE
PAREDES

CÓDIGO CERÁMICA	COLOR	FOTOGRAFÍA
	Beige Claro	
	Blanco	
PIEDRA 	Amarillo claro	
	Gris	
MADERA 	Café oscuro	
ENLUCIDO 	Beige Claro	
	Café Oscuro	
	Lacre	
	Café Claro	

Andrea E. Calle B. / Jessica M. Ortiz F.

VIVIENDA #2_PLANTA BAJA



LEYENDA

CÓDIGOS PARA ENVOLVENTE

PISOS

CÓDIGO CERÁMICA	COLOR	FOTOGRAFÍA
S1.1	Naranja Claro	
S1.2	Gris azulado	
S1.3	Beige Claro	
S1.4	Verde azulado	
MADERA		
S2.1	Café oscuro	

CIELO RASO

CÓDIGO ESTUCCO	COLOR	FOTOGRAFÍA
C1.1	Empastado Blanco	

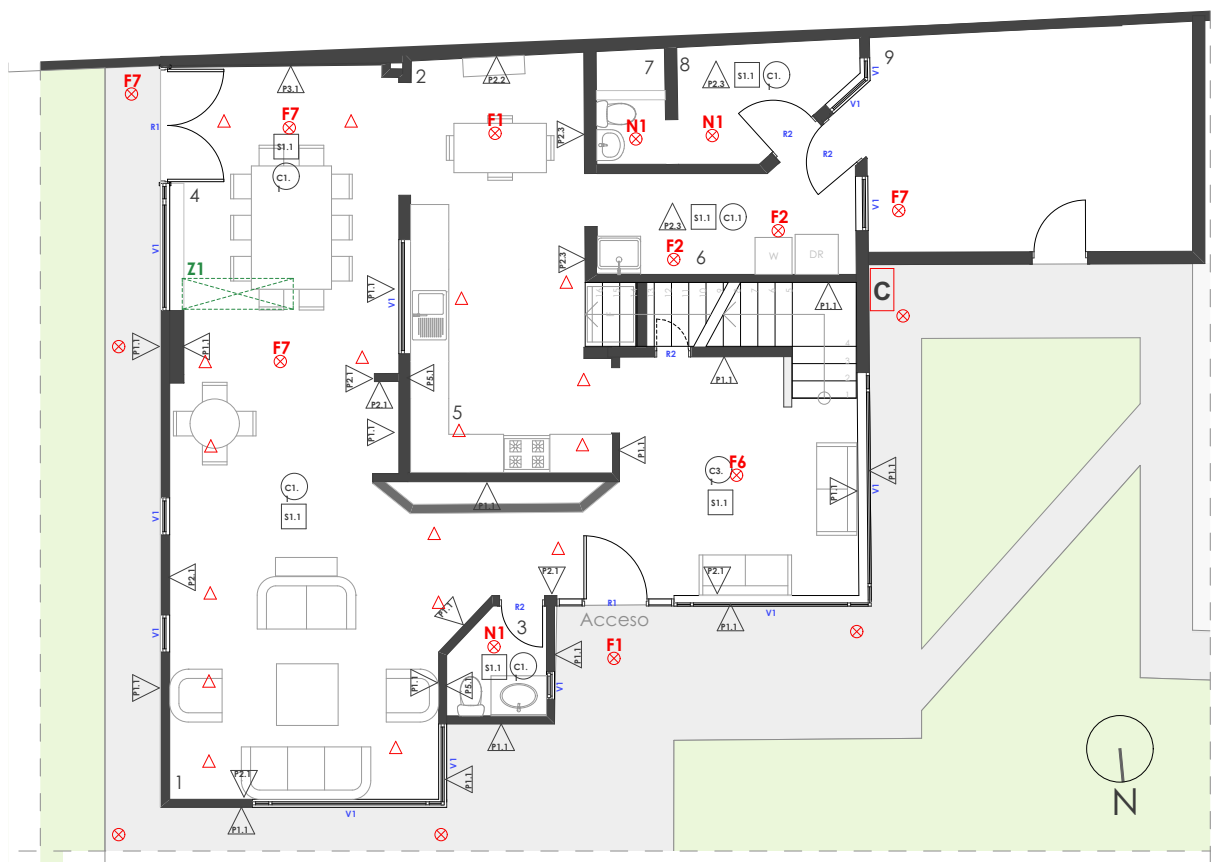
1. Sala
2. Comedor
3. Baño Social
4. Comedor
5. Cocina
6. Lavandería
7. Baño Completo
8. Dormitorio
9. Espacio de Secado
10. Vestidor
11. Dormitorio Principal

ESTRUCTURA GENERAL DE LA VIVIENDA

PISO PLANTA BAJA: Losa de hormigón maciza

ENTREPISO: Losa de hormigón

PAREDES: Ladrillo artesanal


VIVIENDA #2_PLANTA BAJA

LEYENDA
CÓDIGOS PARA ENVOLVENTE
PISOS

CÓDIGO CERÁMICA	COLOR	FOTOGRAFÍA
S1.1	Naranja Claro	
S1.2	Gris azulado	
S1.3	Beige Claro	
S1.4	Verde azulado	
MADERA		
S2.1	Café oscuro	

CIELO RASO

CÓDIGO ESTUCCO	COLOR	FOTOGRAFÍA
C1.1	Empastado Blanco	

1. Sala
2. Comedor
3. Baño Social
4. Comedor
5. Cocina
6. Lavandería
7. Baño Completo
8. Dormitorio
9. Espacio de Secado
10. Vestidor
11. Dormitorio Principal

ESTRUCTURA GENERAL DE LA VIVIENDA

PISO PLANTA BAJA: Losa de hormigón maciza














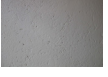

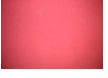

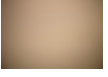
ENTREPISO: Losa de hormigón

PAREDES: Ladrillo artesanal

LEYENDA

-

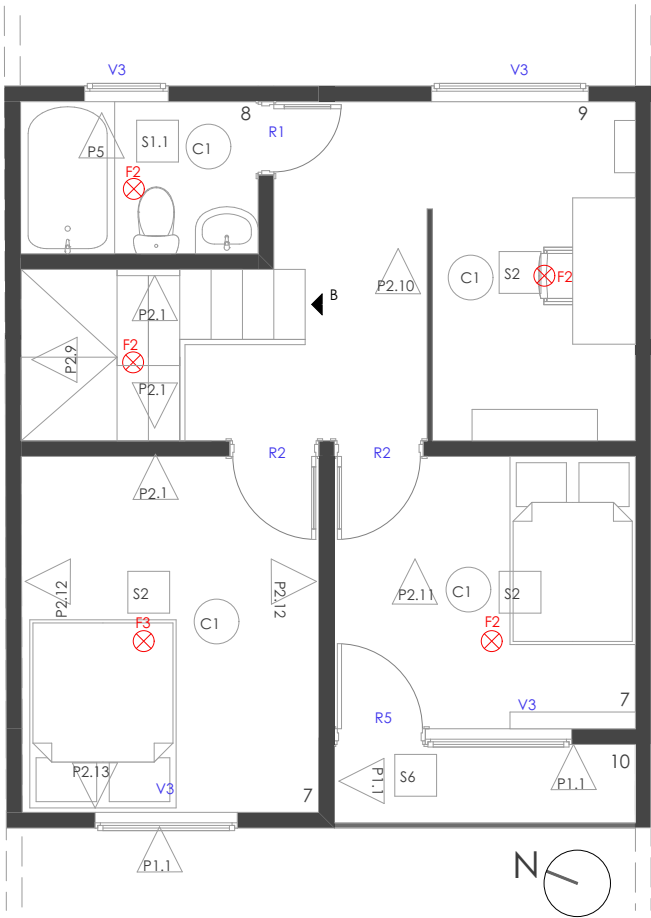
PAREDES

CÓDIGO LADRILLO	COLOR	FOTOGRAFÍA
	Ladrillo Normal	
	Ladrillo Normal	
	Rojo	
	Ladrillo Normal	
	Naranja	
	Ladrillo Normal	
ENLUCIDO		
	Blanco	
	Lacre	
	Beige	

VIVIENDA #3_PLANTA ALTA

LEYENDA












1. Sala
2. Comedor
3. Cocina
4. Vestíbulo/Sala de Estar
5. Lavandería
6. Patio interno (Cubierto)
7. Dormitorio
8. Baño Completo
9. Estudio
10. Balcón



PAREDES

CÓDIGO ENLUCIDO	COLOR	FOTOGRAFÍA
	Rojo	
	Crema	
	Naranja	
	Rosa	
	Crema Piel	
MADERA 	Café	

PISOS

CÓDIGO LADRILLO	COLOR	FOTOGRAFÍA
	Naranja	
	Naranja	
	Naranja	
	Naranja	
MADERA 	Café	
CEMENTO 	Gris Claro	

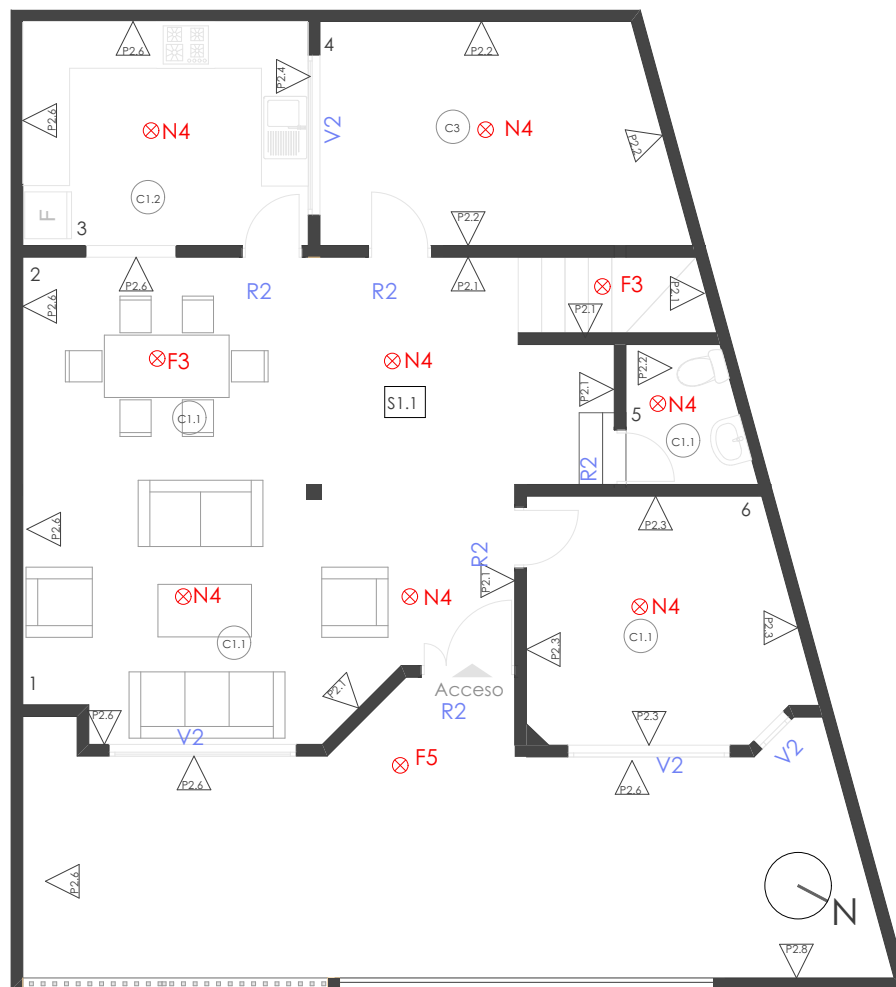
CIELO RASO

CÓDIGO ESTUCCO	COLOR	FOTOGRAFÍA
	Blanco	

ESTRUCTURA GENERAL DE LA VIVIENDA

- PISO PLANTA BAJA: Losa de hormigón maciza
- ENTREPISO: Estructura de madera
- PAREDES: Ladrillo artesanal

VIVIENDA #4_PLANTA BAJA



LEYENDA

1. Sala
2. Comedor
3. Cocina
4. Lavandería
5. Baño Social
6. Estudio
7. Baño Completo
8. Dormitorio
9. Dormitorio Principal
10. Balcón

ESTRUCTURA GENERAL DE LA VIVIENDA

PISO PLANTA BAJA: Losa de hormigón maciza

ENTREPISO: Losa de hormigón maciza






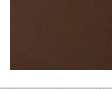

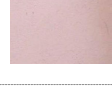

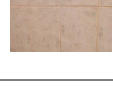
PAREDES: Ladrillo artesanal

CÓDIGOS PARA ENVOLVENTE

PAREDES

CÓDIGO ENLUCIDO	COLOR	FOTOGRAFÍA
	Crema	
	Blanco Hueso	
	Blanco	
	Verde agua	
	Violeta	

PAREDES

CÓDIGO ENLUCIDO	COLOR	FOTOGRAFÍA
	Beige	
	Púrpura	
	Chocolate	
	Rosa	
CERÁMICA 	Beige	

PISOS

CÓDIGO CERÁMICA	COLOR	FOTOGRAFÍA
	Gris oscuro	
	Rosa claro	
	Gris claro	
	Beige	
	Crema	



VIVIENDA #4_PLANTA ALTA

LEYENDA

1. Sala
2. Comedor
3. Cocina
4. Lavandería
5. Baño Social
6. Estudio
7. Baño Completo
8. Dormitorio
9. Dormitorio Principal
10. Balcón



CÓDIGOS PARA ENVOLVENTE

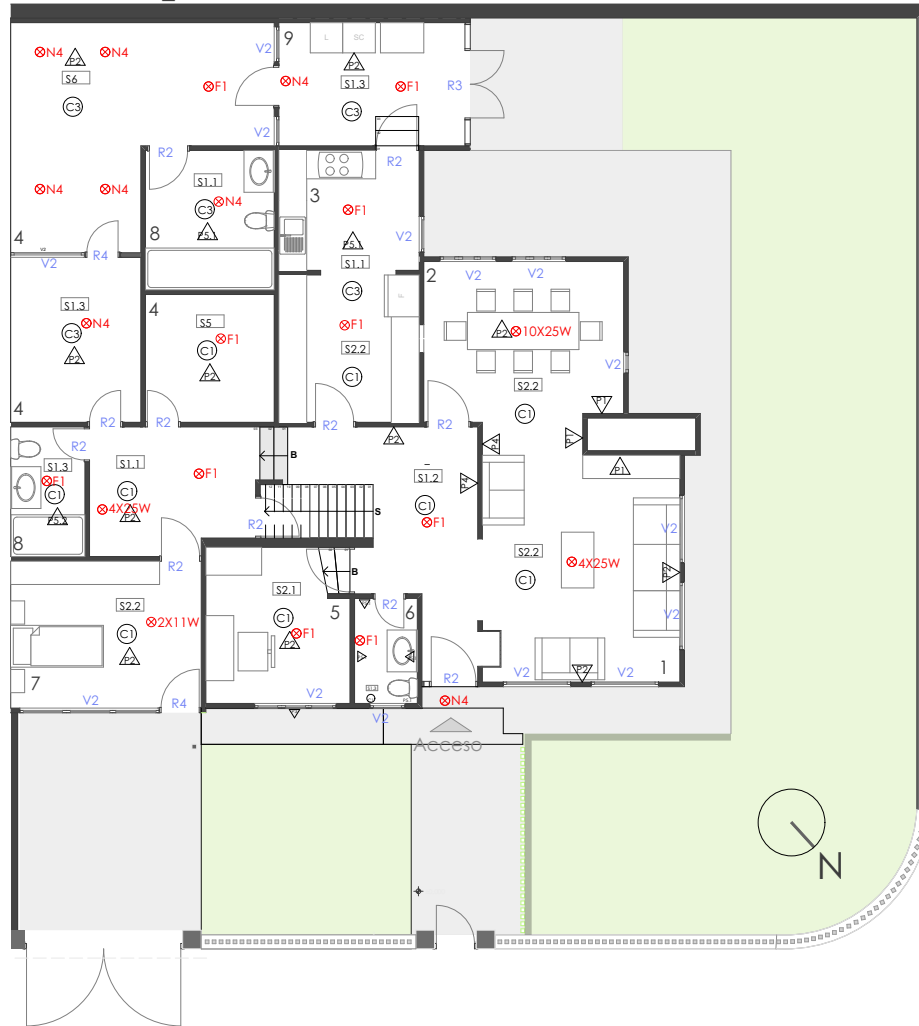
PISOS

CERÁMICA S1.6	Blanco	
MADERA S2.1	Café	
ALFOMBRA S5	Gris	

CIELO RASO

CÓDIGO	COLOR	FOTOGRAFÍA
C1.1	Blanco	
C1.2	Blanco	
C1.3	Blanco	

VIVIENDA #5 PLANTA BAJA



LEYENDA

1. Sala
2. Comedor
3. Cocina
4. Cuartos vacíos
5. Estudio
6. Baño Social
7. Dormitorio
8. Baño Completo
9. Lavandería
10. Bodega
11. Oratorio
12. Buhardilla

CÓDIGOS PARA ENVOLVENTE

PAREDES

CÓDIGO	COLOR	FOTOGRAFÍA
ENLUCIDO P2.1	Morado	
PIEDRA P3	Crema	
PAPEL TAPIZ PS.1	Blanco	
PS.2	Blanco con rojo	
PS.3	Blanco con azul	

PAREDES

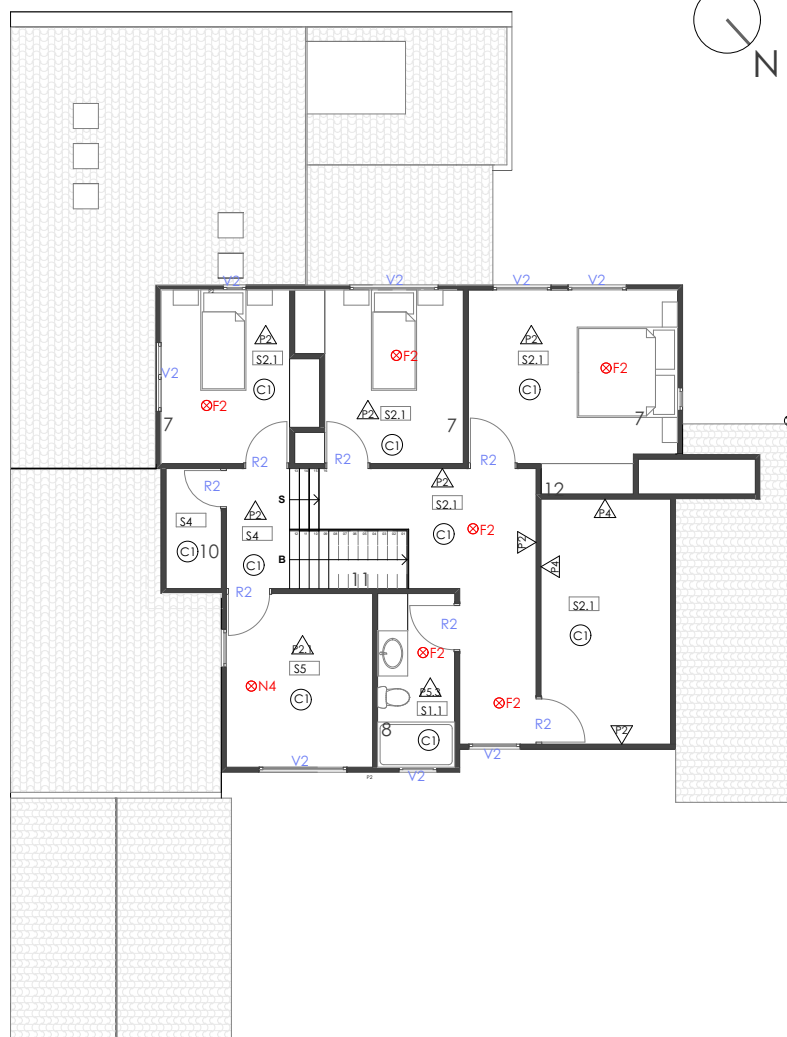
CÓDIGO	COLOR	CÓDIGO	COLOR
ENLUCIDO P1	Tomate	P2	Blanco
P4	Café		

PISOS

CÓDIGO	COLOR	FOTOGRAFÍA
CERÁMICA S1.1	Blanco	
S1.2	Crema	
S1.3	Café	

PISOS

CÓDIGO	COLOR	FOTOGRAFÍA
MADERA S2.1	Café Claro	
S2.2	Café Oscuro	
OTROS S4	Crema	
S5	Azul Claro	
S6	Gris	


VIVIENDA #5_PLANTA ALTA

CÓDIGOS PARA ENVOLVENTE
CIELO RASO

CÓDIGO ESTUCO	COLOR	FOTOGRAFÍA
C1	Blanco	
C3	Blanco	
MADERA C2	Café	

ESTRUCTURA GENERAL DE LA VIVIENDA

PISO PLANTA BAJA: Losa de hormigón maciza

ENTREPISO: Estructura de madera

PAREDES: Ladrillo artesanal

LEYENDA

1. Sala
2. Comedor
3. Cocina
4. Cuartos vacíos
5. Estudio
6. Baño Social
7. Dormitorio
8. Baño Completo
9. Lavandería
10. Bodega
11. Oratorio
12. Buhardilla

ANEXO 5

EQUIPOS UTILIZADOS PARA MONITORIZACIÓN

EQUIPOS PARA EL REGISTRO DE DATOS AMBIENTALES

CAJA

Serie: 15200906101
 Modelo: DL-Logger2015-mR
 Marca: DataLights
 Color: Beige
 Material: Metalico
 Dimensiones: 40cm x 40cm
 Observaciones: Procesador (caja)



SENSOR DE HUMEDAD RELATIVA

Serie: 1508400
 Modelo: HX71-V1
 Marca: OMEGA
 Color: Plateado
 Material: Metalico
 Dimensiones: 140mm
 Observaciones: Sensor de humedad relativa



SENSOR DE TEMPERATURA

Serie: 2185
 Modelo: ST-100
 Marca: Apogee
 Color: Blanco
 Material: Plastico
 Dimensiones: 120mm
 Observaciones: Sensor de temperatura



PIRANÓMETRO

Serie: 5971
 Modelo: SP-212
 Marca: Apogee
 Color: Negro
 Material: Plastico
 Dimensiones: 25mm x 30mm
 Observaciones: Piranómetro



SENSOR DE DIÓXIDO DE CARBONO

Serie: af001
 Modelo: Carbon Dioxide Gas Sensor
 Marca: Vernier
 Color: Negro
 Material: Plastico
 Dimensiones: 150mm
 Observaciones: Sensor de dióxido de carbono





EQUIPOS PARA EL REGISTRO DE DATOS ELÉCTRICOS

CONTENIDO DE LA CAJA



El kit de instalación del **e2** contiene los siguientes elementos:

- 1x Mini Sensor
- 1x Transmisor
- 1x Monitor Inalámbrico

Deberás acoplar el sensor al cable fase del cuadro eléctrico. La electricidad que utilizas en tu hogar pasa a través de este cable. El sensor se conecta al transmisor y transmite la información de forma inalámbrica al monitor, que muestra la cantidad de electricidad que se está consumiendo en cada instante.

Asimismo, el kit incluye:

- 1 x Cable USB
- 1 x Software de gestión de consumo **elink**
- 1 x Manual de instrucciones del contador
- 1 x Manual de instrucciones para el programa de gestión **elink**.

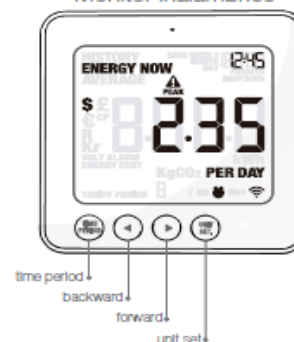
Mini Sensor



Transmisor



Monitor inalámbrico



INFORMACIÓN TÉCNICA


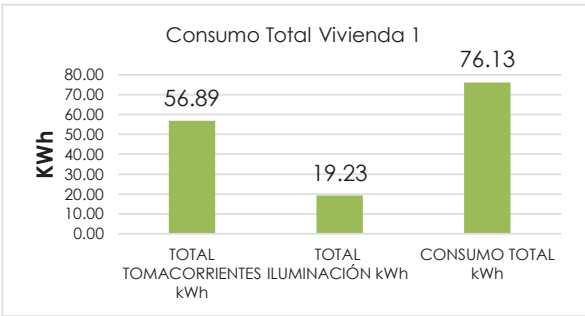
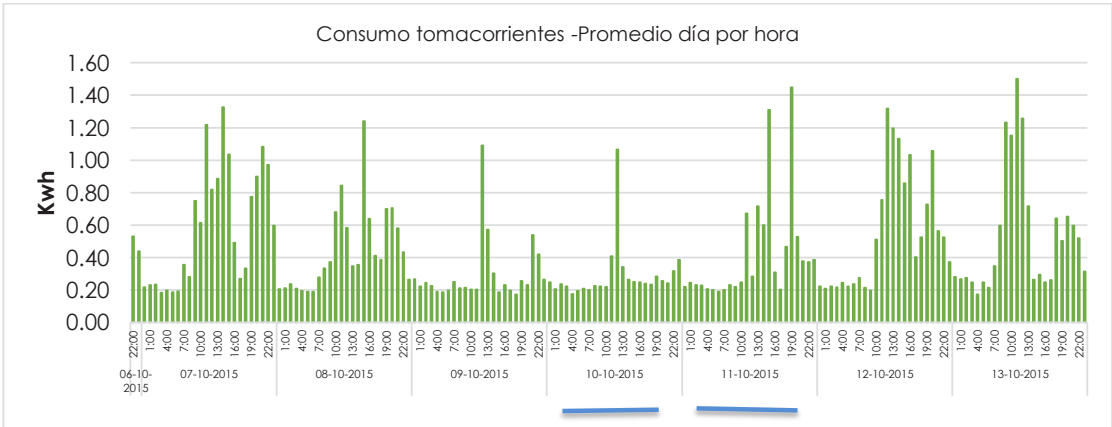


Modelo	efergy e2
Frecuencia de transmisión	433.5MHz
Intervalo de transmisión	6, 12 or 18s.
Alcance de transmisión	40 - 70m
Rango de tensión (en el sensor)	110 - 400V
Rango de medición del sensor	50mA - 95A
Precisión	> 90%

Nota - El Contador Instantáneo de Electricidad no tiene como función contabilizar consumos eléctricos para la elaboración de las facturas de electricidad.

ANEXO 6

FICHAS DE RESULTADOS DE MONITORIZACIÓN

 UNIVERSIDAD DE CUENCA desde 1867			INFORME DE DATOS			DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA		
						Nombre: Mercedes Larriva G.		
						Dirección: Ordoñez Lasso, Urbanización Río Amarillo. Casa 6.		
						N° de Vivienda: 1		
						Cód. Predial: 0704002066000		
I. RESULTADOS								
Temperatura Ambiental (°C)			Estar		Dorm. Princ.		Humedad Relativa (%)	
Promedio			19.0254445		18.62719		Promedio 50.0589963	
Mínimo			15.5051899		16.6308689		Mínimo 36.3037071	
Máximo			22.251461		22.7646427		Máximo 59.8388596	
Desviación Estándar			1.48618764		0.90197168		Desviación Estándar 5.30225061	
VARIABLES ELÉCTRICAS								
								
kWh : Consumo eléctrico de tomacorrientes								
								
<p> "Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas", Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC. Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca - Azuay </p>								



INFORME DE DATOS

DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA

Nombre: Mercedes Larriva G.

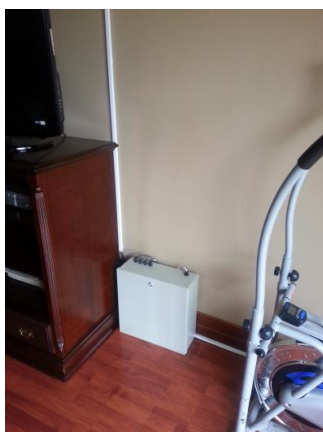
Dirección: Ordoñez Lasso,
Urbanización Río Amarillo. Casa 6.

N° de Vivienda: 1

Cód. Predial: 0704002066000

Consumo Eléctrico	Tomacorrientes
Promedio	11.37
Mínimo	6.90
Máximo	16.07
Desviación Estándar	3.29

ANEXO I – Fotografías instalación de equipos en terreno



Fotografía I.1.- Monitorización de variables ambientales en dormitorio



"Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas", Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC.
 Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca - Azuay

INFORME DE DATOS

DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA

Nombre: Karen Salazar

Dirección: Calle de Retorno y Diego de Velázquez.

N° de Vivienda: 2

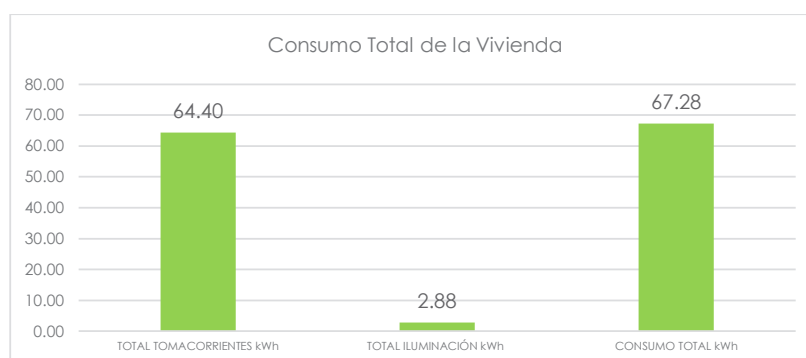
Cód. Predial: 0904103001000

I. RESULTADOS

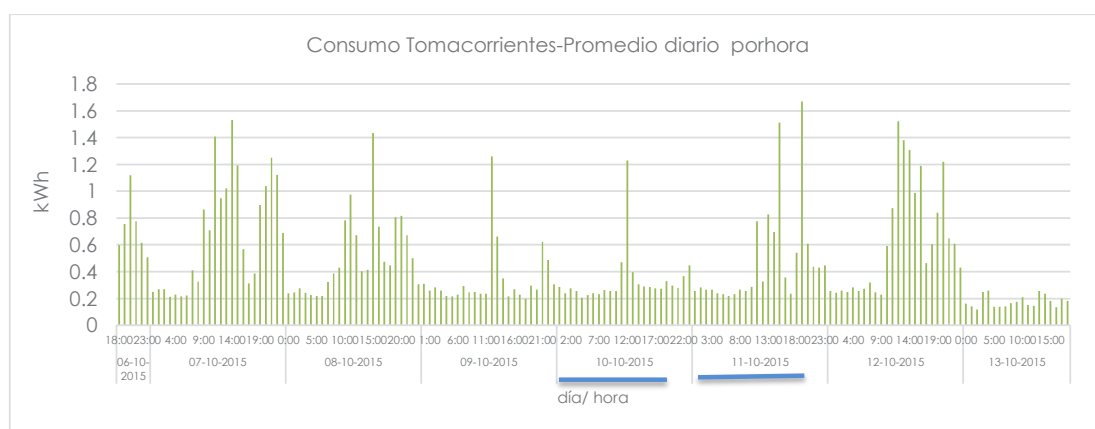
Temperatura Ambiental (°C)	Estar	Dormitorio Principal
Promedio	19.18	19.55
Mínimo	15.37	17.64
Máximo	25.65	23.81
Desviación Estándar	1.93	1.23

Humedad Relativa (%)	Estar	Dorm. Princ.
Promedio	51.15	48.07
Mínimo	37.67	28.34
Máximo	58.54	55.42
Desviación Estándar	4.27	4.81

VARIABLES ELÉCTRICAS



kWh : Consumo eléctrico de tomacorrientes



Consumo fines de semana

"Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas", Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC.
Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca - Azuay



INFORME DE DATOS

DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA

Nombre: Karen Salazar

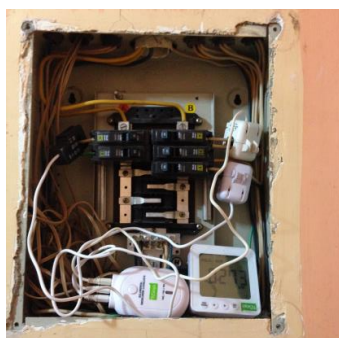
Dirección: Calle de Retorno y Diego de Velázquez.

N° de Vivienda: 2

Cód. Predial: 0904103001000

Consumo Eléctrico	Tomacorrientes
Promedio	9.2
Mínimo	3.86
Máximo	16.07
Desviación Estándar	4.14

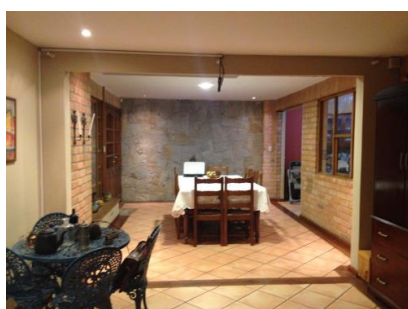
ANEXO I Fotografías instalación de equipos en terreno



Fotografía I.1.- Monitorización variables eléctricas.



Fotografía I.2.- Monitorización variables ambientales




Fotografía I.3.- Monitorización de variables ambientales en zona social



Fotografía I.4.- Monitorización de variables ambientales en dormitorio

"Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas", Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC.
 Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca - Azuay

 <p>UNIVERSIDAD DE CUENCA desde 1867</p>	<h2 style="margin: 0;">INFORME DE DATOS</h2>	DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA Nombre: Gladys Vásquez P. Dirección: Los trigales Bajos Manzana U222 Calle Tomás Clavo del Curto N° de Vivienda: 3 Cód. Predial: 1408055003000
--	--	--

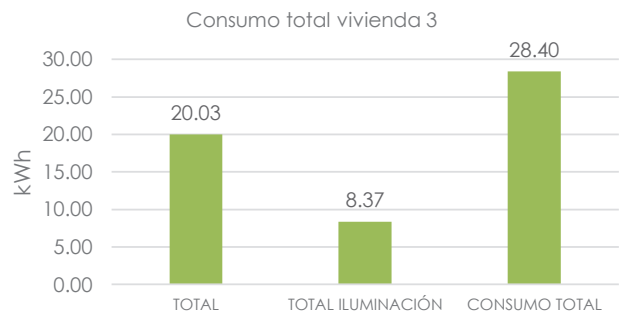
I. RESULTADOS

Temperatura Ambiental (°C)	Estar	Dorm. Princ.
Promedio	18.49741291	19.70156562
Mínimo	14.40069008	13.9643631
Máximo	23.5460186	28.69744301
Desviación Estándar	1.784163027	2.393292908

Humedad Relativa (%)	Estar	Dorm. Princ.
Promedio	51.89393216	48.95
Mínimo	34.15526962	29.58
Máximo	70.947258	60.42
Desviación Estándar	6.814968715	6.818

VARIABLES ELÉCTRICAS

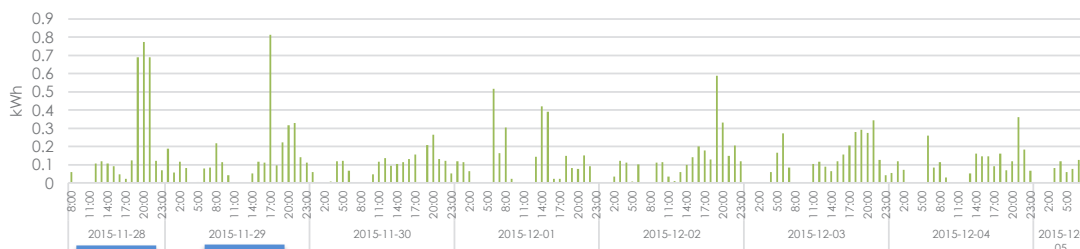
Consumo total vivienda 3



Categoría	Consumo (kWh)
TOTAL TOMACORRIENTES	20.03
TOTAL ILUMINACIÓN	8.37
CONSUMO TOTAL	28.40

kWh : Consumo eléctrico de tomacorrientes

Consumo tomacorrientes-promedio día por hora



Consumo fines de semana

Consumo Eléctrico	Tomacorrientes
Promedio	0.11
Mínimo	0
Máximo	0.812
Desviación Estándar	0.14

"Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas", Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC.
 Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca - Azuay



INFORME DE DATOS

DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA

Nombre: Gladys Vásquez P.

Dirección: Los trigales Bajos Manzana U222 Calle Tomás Clavo del Curto

N° de Vivienda: 3

Cód. Predial: 1408055003000

ANEXO I: Fotografías instalación de equipos en terreno




Monitorización variables eléctricas.



Monitorización variables ambientales

"Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas", Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC.
 Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca - Azuay

 <p>UNIVERSIDAD DE CUENCA desde 1867</p>	<h2 style="margin: 0;">INFORME DE DATOS</h2>	<p>DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA</p> <p>Nombre: Nancy Jara</p> <p>Dirección: Calle Carlos Rosas y Av. Altplano</p> <p>N° de Vivienda: 4</p> <p>Cód. Predial: 0402038067000</p>
--	--	--

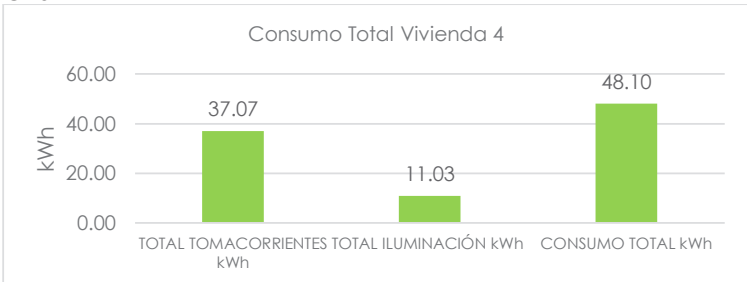
I. RESULTADOS

°C

Temperatura Ambiental (°C)	Estar	Dormitorio Principal	Humedad Relativa (%)	Estar	Dormitorio Principal
Promedio	17,81	19,07	Promedio	52,46	50,19
Mínimo	16,45	14,44	Mínimo	44,80	32,86
Máximo	20,06	25,65	Máximo	61,43	62,79
Desviación Estándar	0,64	2,13	Desviación Estándar	3,10	5,86

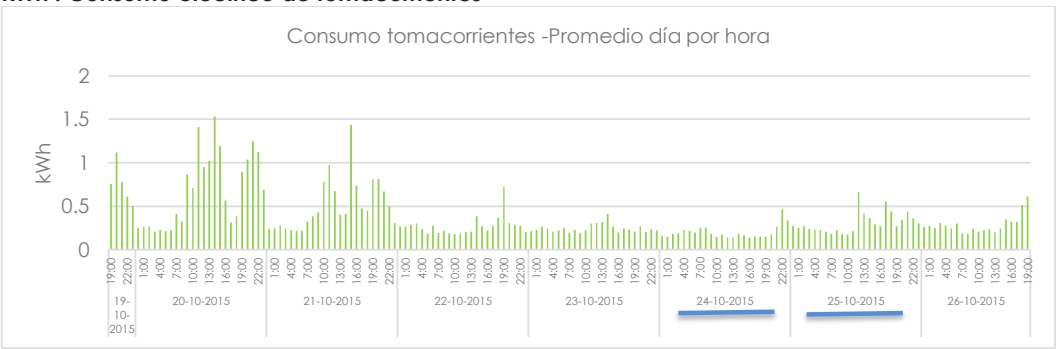
VARIABLES ELÉCTRICAS

Consumo Total Vivienda 4



kWh : Consumo eléctrico de tomacorrientes

Consumo tomacorrientes -Promedio día por hora



Consumo Eléctrico	Tomacorrientes
Promedio	4.63
Mínimo	2.91
Máximo	11.20
Desviación Estándar	3.12

"Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas", Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC.
 Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca - Azuay



INFORME DE DATOS

DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA

Nombre: Nancy Jara

Dirección: Calle Carlos Rosas y Av. Altplano

N° de Vivienda: 4

Cód. Predial: 0402038067000

ANEXO I Fotografías instalación de equipos en terreno



Fotografía I.1.- Monitorización variables eléctricas.



Monitorización de variables ambientales




Fotografía I.3.- Monitorización de variables ambientales en zona social



Fotografía I.4.- Monitorización de variables ambientales en dormitorio



"Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas", Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC.
 Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca - Azuay

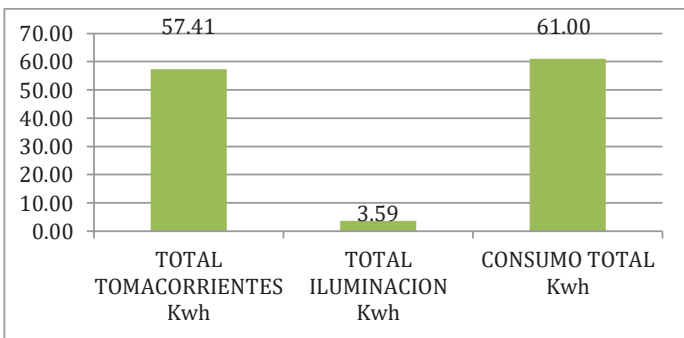
	<h2 style="margin: 0;">INFORME DE DATOS</h2>	DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA Nombre: Martha de la Torre Dirección: Honorato Loyola 3-155 N° de Vivienda: 5 Cód. Predial: 0802012001000
---	--	---

I. RESULTADOS

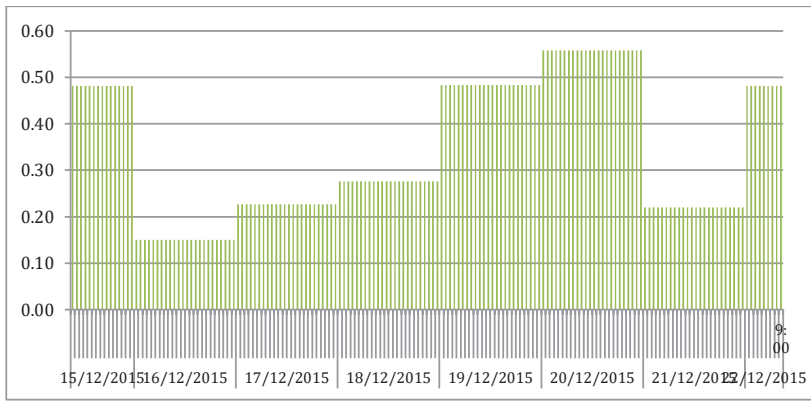
Temperatura Ambiental (°C)	Estar	Dorm. Princ.
Promedio	19.6159189	19.9731791
Mínimo	14.4006901	13.9643631
Máximo	25.3180618	26.1498051
Desviación Estándar	2.46254027	2.67574069

Humedad Relativa (%)	Estar	Dorm. Princ.
Promedio	48.26	50.2025013
Mínimo	33.00	32.6904259
Máximo	63.64	73.9257736
Desviación Estándar	6.1964	7.36288707

VARIABLES ELÉCTRICAS



Consumo tomacorrientes -Promedio día por hora



"Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas", Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC.
 Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca - Azuay



INFORME DE DATOS

DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA

Nombre: Martha de la Torre

Dirección: Honorato Loyola 3-155

N° de Vivienda: 5

Cód. Predial: 0802012001000

Consumo Eléctrico	Tomacorrientes
Promedio	0.34
Mínimo	0.15
Máximo	0.56
Desviación Estándar	0.15

ANEXO I Fotografías instalación de equipos en terreno



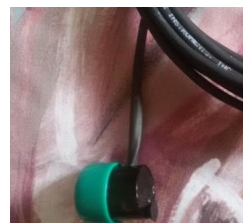
Fotografía I.1.- Monitorización variables eléctricas.



Humedad relativa, sensor plateado



Temperatura, sensor blanco



Radiación: sensor negro

Fotografía I.2.- Monitorización de variables ambientales



Fotografía I.3.- Monitorización de variables ambientales en zona social


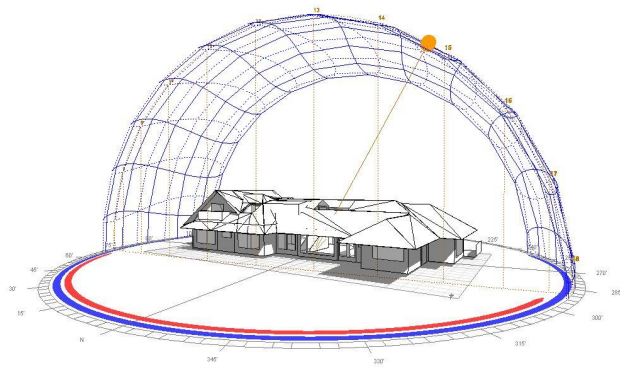
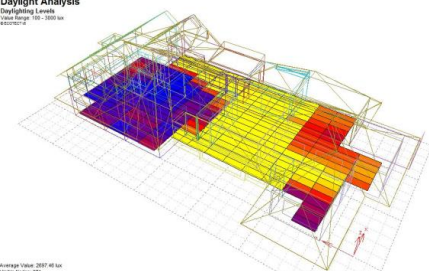
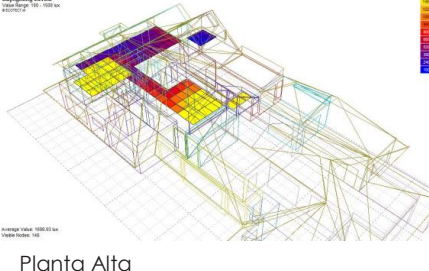


Fotografía I.4.- Monitorización de variables ambientales en dormitorio

"Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas", Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC.
 Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca - Azuay

ANEXO 7

FICHAS DE RESULTADOS DE SIMULACIONES

 UNIVERSIDAD DE CUENCA <small>desde 1867</small>	<h1>INFORME DE DATOS</h1>	DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA Nombre: Mercedes Larriva G. Dirección: Ordoñez Lasso, Urbanización Río Amarillo, Casa 6. N° de Vivienda: 1 Cód. Predial: 0704002066000																																																																																		
<p>a) Perspectiva general del proyecto modelado en Ecotect.</p> 																																																																																				
<p>RESULTADOS.</p> <p>SIMULACIONES</p> <p style="text-align: center;">a. DEMANDA ENERGÉTICA DE TODA LA EDIFICACIÓN</p>																																																																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="13">CUADRO DE RESULTADOS</th> </tr> <tr> <th></th> <th>EN</th> <th>FEB</th> <th>MAR</th> <th>ABRIL</th> <th>MAY</th> <th>JUN</th> <th>JUL</th> <th>AGOST</th> <th>SEPT</th> <th>OCT</th> <th>NOV</th> <th>DIC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CALEFACCIÓN (WH)</td> <td>789869 2</td> <td>790182 6</td> <td>576682 1</td> <td>627335 4</td> <td>867422 6</td> <td>786913 1</td> <td>1138081 0</td> <td>1122912 7</td> <td>777770 0</td> <td>461020 8</td> <td>855910 3</td> <td>619534 9</td> </tr> <tr> <td>REFRIGERACIÓN (WH)</td> <td>290093 818878</td> <td>319828 822165</td> <td>193270 596009</td> <td>54322 632767</td> <td>157955 883218</td> <td>44861 791399</td> <td>6657 1138746</td> <td>50043 1127917</td> <td>50290 782799</td> <td>48005 465821</td> <td>288980 884808</td> <td>82792 627814</td> </tr> <tr> <td>TOTALES (WH)</td> <td>5</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>6</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>7</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>TOTAL</th> <th>POR M2</th> <th>TOTAL kWh/m2año</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ÁREA DE PLANTA*</td> <td>380.300</td> <td>-</td> <td rowspan="4">251,705</td> </tr> <tr> <td>CALEFACCIÓN (WH)</td> <td>94136352</td> <td>247532</td> </tr> <tr> <td>REFRIGERACIÓN (WH)</td> <td>1587096</td> <td>4173</td> </tr> <tr> <td>TOTAL (WH)</td> <td>95723448</td> <td>251705</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right; font-size: small;">*El área total es inferior a la del levantamiento en campo, puesto que, por la forma de dibujo en el programa Ecotect, se omite el ancho de paredes exteriores.</p>			CUADRO DE RESULTADOS														EN	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGOST	SEPT	OCT	NOV	DIC	CALEFACCIÓN (WH)	789869 2	790182 6	576682 1	627335 4	867422 6	786913 1	1138081 0	1122912 7	777770 0	461020 8	855910 3	619534 9	REFRIGERACIÓN (WH)	290093 818878	319828 822165	193270 596009	54322 632767	157955 883218	44861 791399	6657 1138746	50043 1127917	50290 782799	48005 465821	288980 884808	82792 627814	TOTALES (WH)	5	4	2	6	1	2	7	0	0	4	3	1		TOTAL	POR M2	TOTAL kWh/m2año	ÁREA DE PLANTA*	380.300	-	251,705	CALEFACCIÓN (WH)	94136352	247532	REFRIGERACIÓN (WH)	1587096	4173	TOTAL (WH)	95723448	251705
CUADRO DE RESULTADOS																																																																																				
	EN	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGOST	SEPT	OCT	NOV	DIC																																																																								
CALEFACCIÓN (WH)	789869 2	790182 6	576682 1	627335 4	867422 6	786913 1	1138081 0	1122912 7	777770 0	461020 8	855910 3	619534 9																																																																								
REFRIGERACIÓN (WH)	290093 818878	319828 822165	193270 596009	54322 632767	157955 883218	44861 791399	6657 1138746	50043 1127917	50290 782799	48005 465821	288980 884808	82792 627814																																																																								
TOTALES (WH)	5	4	2	6	1	2	7	0	0	4	3	1																																																																								
	TOTAL	POR M2	TOTAL kWh/m2año																																																																																	
ÁREA DE PLANTA*	380.300	-	251,705																																																																																	
CALEFACCIÓN (WH)	94136352	247532																																																																																		
REFRIGERACIÓN (WH)	1587096	4173																																																																																		
TOTAL (WH)	95723448	251705																																																																																		
<p>b. ILUMINACIÓN</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Planta Baja</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Planta Alta</p> </div> </div>																																																																																				
<p>"Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas", Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC. Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca - Azuay</p>																																																																																				



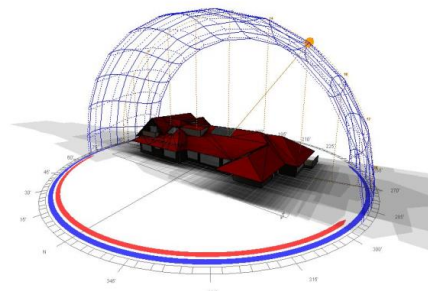
INFORME DE DATOS

DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA

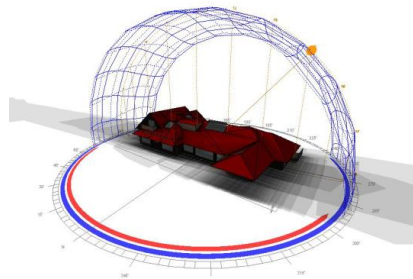
Nombre: Mercedes Lariva G.
Dirección: Ordoñez Lasso,
 Urbanización Río Amarillo, Casa 6.
N° de Vivienda: 1
Cód. Predial: 0704002066000

CUADRO DE RESULTADOS	Iluminación Total FLD (%)	Iluminación Total (Lux)
Dormitorio Principal	4.32	820.29
Sala-estar	32.2	6118.56
Planta Baja	14.2	2697.46
Planta Alta	8.94	1698.93

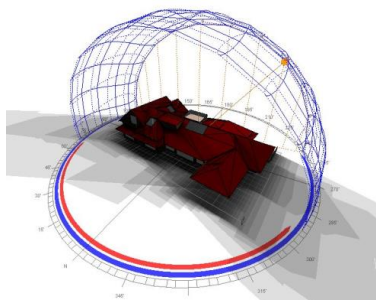
b) SOMBRAS



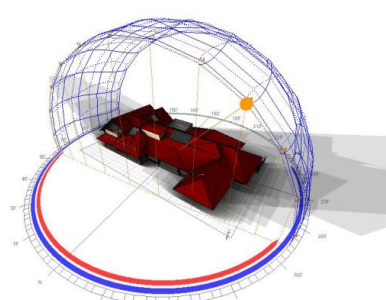
Equinoccio 21 de marzo



Equinoccio 21 de septiembre



Solsticio 21 de junio



Solsticio 21 de diciembre

CUADRO DE RESULTADOS				
FACHADAS	PROMEDIO PORCENTAJE DE SOMBRA (superficies acristaladas)			
	Equinoccio (21Marzo) (%)	Equinoccio (21Sep) (%)	Solsticio (21Jun) (%)	Solsticio (21Dic) (%)
FACHADA NORTE	83	83	72	87
FACHADA SUR	Adosada	Adosada	Adosada	Adosada
FACHADA ESTE	77	79	79	78
FACHADA OESTE	91	90	92	90

FACTORES DE LA ENVOLVENTE (ver ANEXO 4)

"Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas", Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC.
 Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca - Azuay



 UNIVERSIDAD DE CUENCA <small>desde 1867</small>	<h2 style="margin: 0;">INFORME DE DATOS</h2>	DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA Nombre: Mercedes Larriva G. Dirección: Ordoñez Lasso, Urbanización Río Amarillo, Casa 6. N° de Vivienda: 1 Cód. Predial: 0704002066000
---	--	--

CUBIERTA					CIELO RASO					
CAPA N°	MATERIAL	ESPESOR (mm)	DENSIDAD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFICO (J/kgK)	CAPA N°	MATERIAL	ESPESOR (mm)	DENSIDAD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFICO (J/kgK)	CONDUCTIVIDAD (λ)
1.	Teja	50	2760	836,8	1.	Piso de madera	18	550	2301	0,343
2.	Plástico	10	1050	840	2.	Aire	100	1,3	1004	5,56
3.	Madera	25	550	2301	3.	Madera	18	550	2301	0,343
VALOR U=			3,66		VALOR U=			1,48		

PAREDES						VENTANAS					
CAPA N°	MATERIAL	ESPESOR (mm)	DENSIDAD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFICO (J/kgK)	CONDUCTIVIDAD (λ)	CAPA N°	MATERIAL	ESPESOR (mm)	DENSIDAD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFICO (J/kgK)	CONDUCTIVIDAD (λ)
1.	Mortero de cemento	20	950	656,9	0,209	1.	Vidrio	4	2300	836,8	1,046
2.	Mampostería de ladrillo	150	2000	836,8	0,711						
3.	Mortero de cemento	20	950	656,9	0,209						
VALOR U=			1,72			FACTOR SOLAR =			0,94		
VALOR U=						VALOR U=			5,5		

PUERTAS (R2)						PUERTAS (R4)					
CAPA N°	MATERIAL	ESPESOR (mm)	DENSIDAD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFICO (J/kgK)	CONDUCTIVIDAD (λ)	CAPA N°	MATERIAL	ESPESOR (mm)	DENSIDAD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFICO (J/kgK)	CONDUCTIVIDAD (λ)

"Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas", Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC.
 Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca - Azuay



INFORME DE DATOS


DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA

Nombre: Mercedes Lariva G.
Dirección: Ordoñez Lasso,
 Urbanización Río Amarillo, Casa 6.
N° de Vivienda: 1
Cód. Predial: 0704002066000

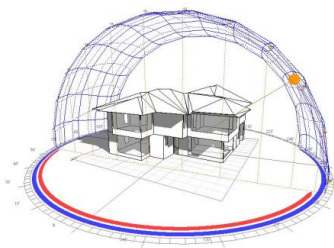
1.	Madera	40	825	2385	0,209	1.	Vidrio	4	2300	836.8	1,046
VALOR U=		2.71				VALOR U=		5.5			

PISOS (S2)						PISOS (S1)					
CAPA N°	MATERIAL	ESPESOR (mm)	DENSIDAD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFICO (J/kgK)	CONDUCTIVIDAD (λ)	CAPA N°	MATERIAL	ESPESOR (mm)	DENSIDAD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFICO (J/kgK)	CONDUCTIVIDAD (λ)
1.	Suelo	1500	1300	1046	0.837	1.	Suelo	1500	1300	1046	0.837
2.	Losa de concreto	100	2300	656.9	0.753	2.	Losa de concreto	100	2300	656.9	0.753
3.	Madera	25	825	2385	0.209	3.	Mortero de pega	20	2000	656.9	0.753
						4.	Cerámica	10	1900	656.9	0.309
VALOR U=		0.45				VALOR U=		0.46			

"Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas", Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC.
 Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca - Azuay

 UNIVERSIDAD DE CUENCA <small>desde 1867</small>	<h2 style="margin: 0;">INFORME DE DATOS</h2>	DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA Nombre: Karen Salazar Dirección: Calle de Retorno y Diego de Velázquez. N° de Vivienda: 2 Cód. Predial: 0904103001000
--	--	---

a) Perspectiva general del proyecto modelado en Ecotect.

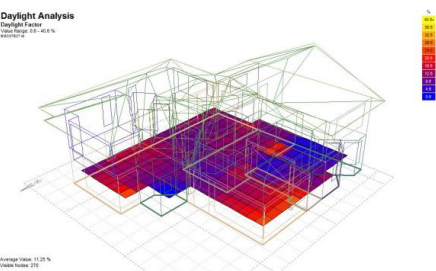


DEMANDA ENERGÉTICA DE TODA LA EDIFICACIÓN

CUADRO DE RESULTADOS												
	EN	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGOST	SEPT	OCT	NOV	DIC
CALEFACCIÓN (WH)	3291662	3382454	2287418	2560913	3670508	3219178	4790658	4739563	3217425	1739007	3585805	2488760
REFRIGERACIÓN (WH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALES (WH)	3291662	3382454	2287418	2560913	3670508	3219178	4790658	4739563	3217425	1739007	3585805	2488760

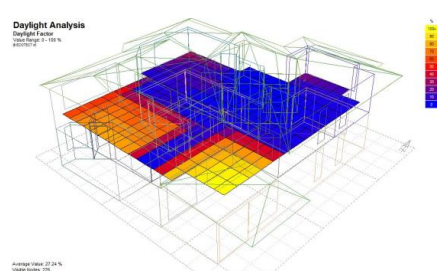
	TOTAL	POR M2	TOTAL kWh/m2año	
ÁREA DE PLANTA* CALEFACCIÓN (WH)	116.485	334577	334.577	*El área total es inferior a la del levantamiento en campo, puesto que, por la forma de dibujo en el programa Ecotect, se omite el ancho de paredes exteriores.
REFRIGERACIÓN (WH)	0	0		
TOTAL (WH)	38973352	334577		

a. ILUMINACIÓN



Daylight Analysis
Daylight Factor
Value Range: 0.0 - 40.0 %
Average: 11.25 %
Min: 0.00 %
Max: 40.00 %

Planta Baja



Daylight Analysis
Daylight Factor
Value Range: 0.0 - 100.0 %
Average: 27.24 %
Min: 0.00 %
Max: 100.00 %

Planta Alta

CUADRO DE RESULTADOS	Iluminación Total FLD (%)	Iluminación Total (Lux)
Dormitorio Principal	12.97	2464.2
Sala-comedor	13.11	2491.08
Toda la Planta Baja	11.25	2137.68
Toda la Planta Alta	27.24	5175.45

"Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas", Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC.
 Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca - Azuay

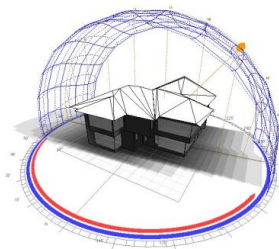


INFORME DE DATOS

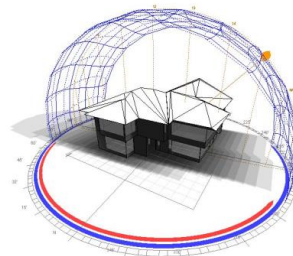
DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA

Nombre: Karen Salazar
Dirección: Calle de Retorno y Diego de Velázquez.
N° de Vivienda: 2
Cód. Predial: 0904103001000

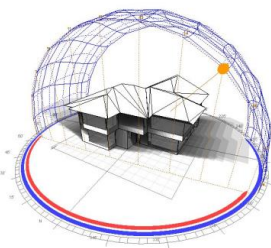
b. SOMBRAS



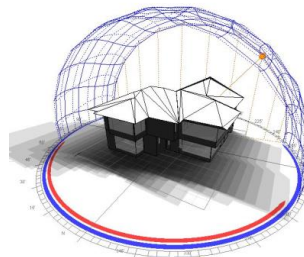
Equinoccio 21 de marzo



Equinoccio 21 de septiembre



Solsticio 21 de junio



Solsticio 21 de diciembre

CUADRO DE RESULTADOS

FACHADAS	PROMEDIO PORCENTAJE DE SOMBRA (superficies acristaladas)			
	Equinoccio (21Marzo) (%)	Equinoccio (21Sep) (%)	Solsticio (21Jun) (%)	Solsticio (21Dic) (%)
FACHADA NORTE	93	94	63	100
FACHADA SUR	Adosada			
FACHADA ESTE	72	75	73	72
FACHADA OESTE	90	87	82	92

FACTORES DE LA ENVOLVENTE (ver Anexo 4)

PUERTAS (R2)						PUERTAS (R1 madera y vidrio)					
CAP A N°	MATERI AL	ESPES OR (mm)	DENSID AD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFI CO (J/kgK)	CONDUCTIVID AD (λ)	CAP A N°	MATERI AL	ESPES OR (mm)	DENSID AD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFI CO (J/kgK)	CONDUCTIVID AD (λ)
1.	Mader a	40	550	2301	0,343	1.	Vidrio	4	2300	836,8	1,046

"Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas", Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC.
 Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca - Azuay



 UNIVERSIDAD DE CUENCA <small>desde 1867</small>	<h2 style="margin: 0;">INFORME DE DATOS</h2>	DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA Nombre: Karen Salazar Dirección: Calle de Retorno y Diego de Velázquez. N° de Vivienda: 2 Cód. Predial: 0904103001000
---	--	---

PAREDES						VENTANAS					
CAP A N°	MATERIAL	ESPEOR (mm)	DENSIDAD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFICO (J/kgK)	CONDUCTIVIDAD (λ)	CAP A N°	MATERIAL	ESPEOR (mm)	DENSIDAD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFICO (J/kgK)	CONDUCTIVIDAD (λ)
1.	Mampostería de ladrillo	140	2000	836,8	0,711	1.	Vidrio	3	2300	836,8	1,046
2.	Mortero de cemento	20	950	656,9	0,209						
						FACTOR SOLAR =		0,94			
VALOR U=		2,12				VALOR U=		5,5			
VALOR U=		3,39				VALOR U=		5,5			

PISOS						CUBIERTA					
CAPA N°	MATERIAL	ESPEOR (mm)	DENSIDAD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFICO (J/kgK)	CONDUCTIVIDAD (λ)	CAPA N°	MATERIAL	ESPEOR (mm)	DENSIDAD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFICO (J/kgK)	CONDUCTIVIDAD (λ)
1.	Suelo	1500	1300	1046	0,837	1.	Teja	5	2760	836,8	18,828
2.	Losa de concreto	100	3800	656,9	0,753	2.	Asbesto cemento	7	1750	840	1,02
3.	Mortero de cemento	20	2000	656,9	0,753						
2.	Cerámica	10	1900	656,9	0,309						
VALOR U=		0,46				VALOR U=		5,40			

"Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas", Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC.
 Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca - Azuay

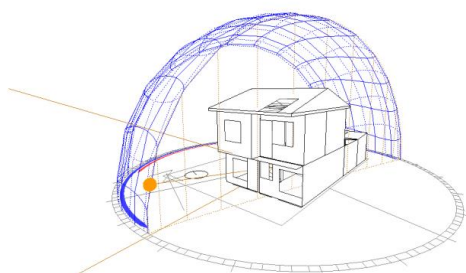


INFORME DE DATOS

DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA

Nombre: Gladys Vásquez P.
Dirección: Los triguales Bajos
 Manzana U222 Calle Tomás Clavo
 del Curto
N° de Vivienda: 3
Cód. Predial: 1408055003000

Perspectiva general del proyecto modelado en Ecotect.



DEMANDA ENERGÉTICA DE TODA LA EDIFICACIÓN

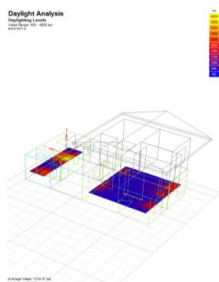
CUADRO DE RESULTADOS

	EN	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGOST	SEPT	OCT	NOV	DIC
CALEFACCIÓN (WH)	123125 4	128140 6	79742 1	89246 9	137231 5	120857 5	192458 3	190279 2	118925 0	55816 4	136381 0	87649 2
REFRIGERACIÓN (WH)	1984	1623	2841	846	969	139	93	632	508	532	2418	221
	123323 7	128302 9	80026 2	89331 5	137328 4	120871 4	192467 5	190342 4	118975 8	55869 6	136622 9	87671 3
TOTALES (WH)												

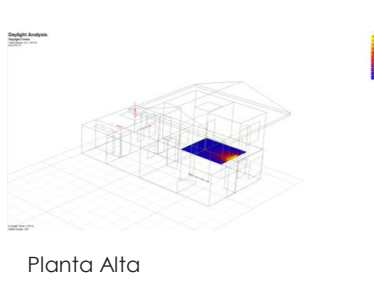
	TOTAL	POR M2	TOTAL kWh/m2año	
ÁREA DE PLANTA*	136.248		107,241	*El área total es inferior a la del levantamiento en campo, puesto que, por la forma de dibujo en el programa Ecotect, se omite el ancho de paredes exteriores.
CALEFACCIÓN (WH)	14598528	107147		
REFRIGERACIÓN (WH)	12806	94		
TOTAL (WH)	14611334	107241		

ILUMINACIÓN

CUADRO DE RESULTADOS	Iluminación Total FLD (%)	Iluminación Total (Lux)
Dormitorio Principal	8.34	1585.15
Sala-comedor- cocina	13.09	2487.25
Planta Baja	19.21	3649.84
Planta Alta	10.63	2019.86


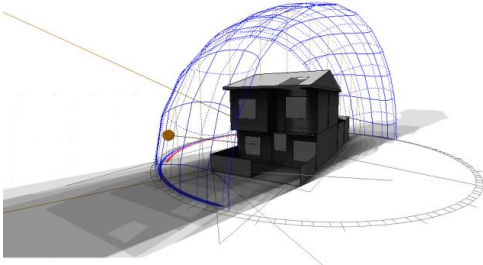
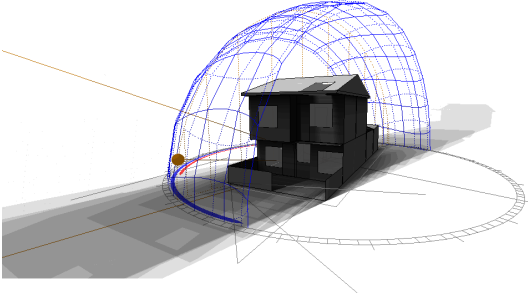
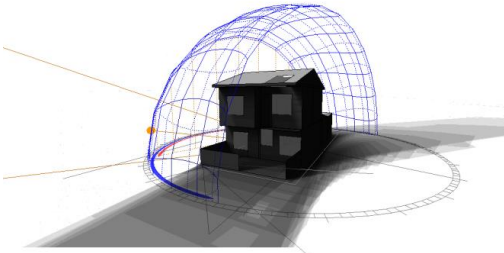
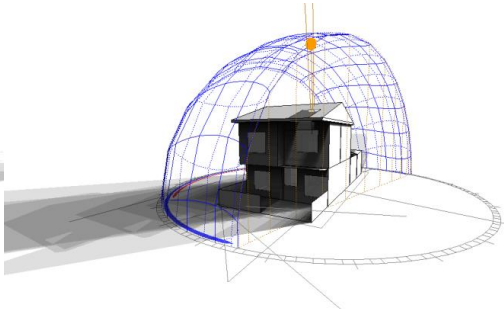


Planta Baja



Planta Alta

"Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas", Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC.
 Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca - Azuay


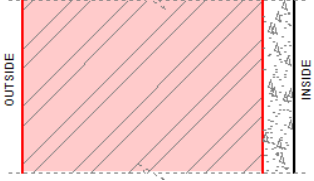
 <p>UNIVERSIDAD DE CUENCA desde 1867</p>	<h2 style="margin: 0;">INFORME DE DATOS</h2>	DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA Nombre: Gladys Vásquez P. Dirección: Los trigales Bajos Manzana U222 Calle Tomás Clavo del Curto N° de Vivienda: 3 Cód. Predial: 1408055003000																																		
<p>a) SOMBRAS</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p>Equinoccio 21 de marzo</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Equinoccio 21 de septiembre</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>Solsticio 21 de junio</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Solsticio 21 de diciembre</p> </div> </div>																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th colspan="5" style="background-color: #f2f2f2;">CUADRO DE RESULTADOS</th> </tr> <tr> <th rowspan="2" style="background-color: #f2f2f2;">FACHADAS</th> <th colspan="4" style="background-color: #f2f2f2;">PROMEDIO PORCENTAJE DE SOMBRA (superficies acristaladas)</th> </tr> <tr> <th style="background-color: #f2f2f2;">Equinoccio (21Marzo) (%)</th> <th style="background-color: #f2f2f2;">Equinoccio (21Sep) (%)</th> <th style="background-color: #f2f2f2;">Solsticio (21Jun) (%)</th> <th style="background-color: #f2f2f2;">Solsticio (21Dic) (%)</th> </tr> <tr> <td style="background-color: #f2f2f2;">FACHADA NORTE</td> <td colspan="4" style="background-color: #f2f2f2;">Fachada adosada</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #f2f2f2;">FACHADA SUR</td> <td colspan="4" style="background-color: #f2f2f2;">Fachada adosada</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #f2f2f2;">FACHADA ESTE</td> <td>67</td> <td>70</td> <td>65</td> <td>70</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #f2f2f2;">FACHADA OESTE</td> <td>72</td> <td>82</td> <td>76</td> <td>68</td> </tr> </table>			CUADRO DE RESULTADOS					FACHADAS	PROMEDIO PORCENTAJE DE SOMBRA (superficies acristaladas)				Equinoccio (21Marzo) (%)	Equinoccio (21Sep) (%)	Solsticio (21Jun) (%)	Solsticio (21Dic) (%)	FACHADA NORTE	Fachada adosada				FACHADA SUR	Fachada adosada				FACHADA ESTE	67	70	65	70	FACHADA OESTE	72	82	76	68
CUADRO DE RESULTADOS																																				
FACHADAS	PROMEDIO PORCENTAJE DE SOMBRA (superficies acristaladas)																																			
	Equinoccio (21Marzo) (%)	Equinoccio (21Sep) (%)	Solsticio (21Jun) (%)	Solsticio (21Dic) (%)																																
FACHADA NORTE	Fachada adosada																																			
FACHADA SUR	Fachada adosada																																			
FACHADA ESTE	67	70	65	70																																
FACHADA OESTE	72	82	76	68																																
<p>FACTORES DE LA ENVOLVENTE (ver Anexo 4)</p>																																				
<p> "Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas", Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC. Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca - Azuay </p>																																				

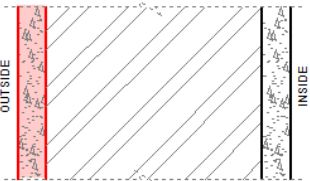
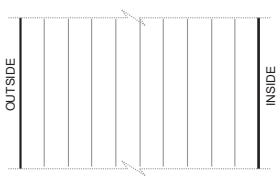


INFORME DE DATOS

DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA

Nombre: Gladys Vásquez P.
Dirección: Los triguales Bajos
 Manzana U222 Calle Tomás Clavo del Curto
N° de Vivienda: 3
Cód. Predial: 1408055003000

CUBIERTA						PAREDES (P1.1)					
											
CAP A N°	MATERI AL	ESPE SOR (mm)	DENSID AD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFI CO (J/kgK)	CONDUCTIVI DAD (λ)	CAP A N°	MATERI AL	ESPE SOR (mm)	DENSID AD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFI CO (J/kgK)	CONDUCTIVI DAD (λ)
1.	Asbest o cemen to	7	1750	840	1.02	1.	Ladrillo macizo	150	2080	921	1.31
						2.	Enlucid o de cemen to	20	1900	840	1.5
VALOR U=		5.41				VALOR U=		3.27			

PAREDES (P2.1)						VENTANAS					
											
CAP A N°	MATERI AL	ESPE SOR (mm)	DENSID AD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFI CO (J/kgK)	CONDUCTIVI DAD (λ)	CAP A N°	MATERI AL	ESPE SOR (mm)	DENSID AD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFI CO (J/kgK)	CONDUCTIVI DAD (λ)
1.	Enlucid o de cemen to	20	1900	840	1.5	1.	Vidrio	4	2300	836,8	1,046
2.	Ladrillo macizo	150	2080	921	1,31						
3.	Enlucid o de cemen to	20	1900	840	1.5						
VALOR U=		3.13				FACTOR SOLAR =		0,94			
VALOR U=						VALOR U=		5,5			

PISOS ladrillo s1.1 s1.4 s1.2 s1.3	Entrepiso

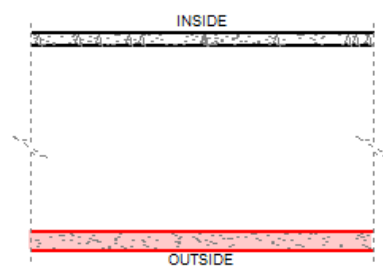
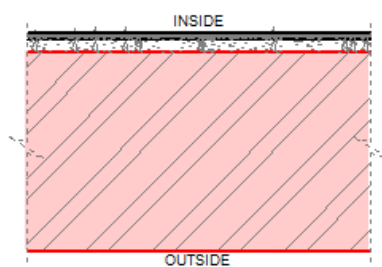
"Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas", Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC.
 Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca - Azuay



INFORME DE DATOS

DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA

Nombre: Gladys Vásquez P.
Dirección: Los triguales Bajos
Manzana U222 Calle Tomás Clavo
del Curto
N° de Vivienda: 3
Cód. Predial: 1408055003000



CAP A N°	MATERI AL	ESPES OR (mm)	DENSID AD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFI CO (J/kgK)	CONDUCTIVI DAD (λ)	CAP A N°	MATERI AL	ESPES OR (mm)	DENSID AD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFI CO (J/kgK)	CONDUCTIVI DAD (λ)
1.	Suelo	1500	1300	1046	0.837	1.	Mader a	15	540	2301	0.13
2.	Concre to	100	2300	656.9	0.753	2.	Cámar a de Aire	150	1.3	1004	5.56
3.	Mortero	20	1650	920	0.720	3.	Gypsu m	10	1200	940	0.42
4.	Piso ladrillo	30	2080	921	1.310						
VALOR U=			0.46			VALOR U=			2.01		

PUERTAS (R2)



CAPA N°	MATERIAL	ESPESOR (mm)	DENSIDAD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFICO (J/kgK)	CONDUCTIVIDAD (λ)
1.	Madera	40	550	2301	0,343
VALOR U=			2,31		

"Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas", Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC.
Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca - Azuay



INFORME DE DATOS

DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA

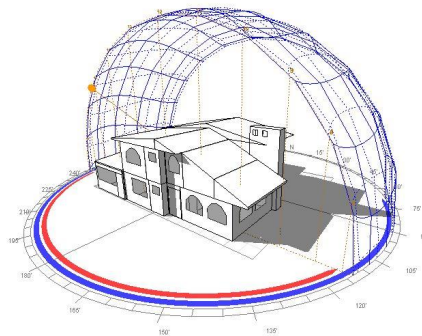
Nombre: Martha de la Torre

Dirección: Honorato Loyola 3-155

N° de Vivienda: 5

Cód. Predial: 0802012001000

Perspectiva general del proyecto modelado en Ecotect.

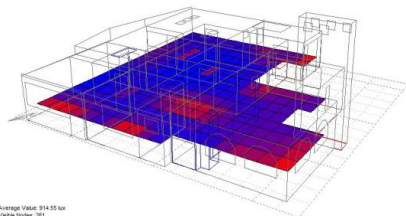


SIMULACIONES

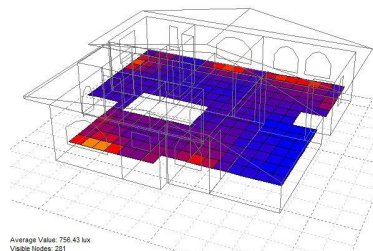
DEMANDA ENERGÉTICA DE TODA LA EDIFICACIÓN

CUADRO DE RESULTADOS

	EN	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGOST	SEPT	OCT	NOV	DIC
CALEFACCIÓN (WH)	305187	337960	137476	159482	374011	300297	677165	690051	293048	87370	361239	182336
REFRIGERACIÓN (WH)	81	0	193	122	0	16	0	0	18	1724	0	58
TOTALES (WH)	305268	337960	137669	159604	374011	300312	677165	690051	293066	89094	361239	182394
	TOTAL		POR M2		TOTAL kWh/m2año							
ÁREA DE PLANTA*	686.340				56.91			*El área total es inferior a la del levantamiento en campo, puesto que, por la forma de dibujo en el programa Ecotect, se omite el ancho de paredes exteriores.				
CALEFACCIÓN (WH)	3905622		5691									
REFRIGERACIÓN (WH)	2212		3									
TOTAL (WH)	3907834		5694									




Planta Baja



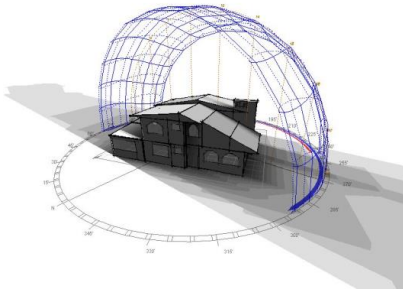
Planta Alta

Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas", Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC.
 Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca - Azuay

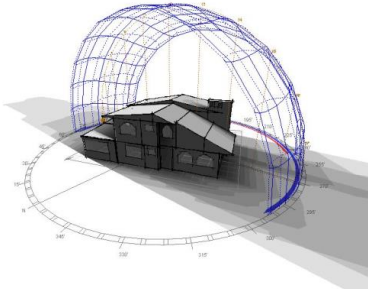
 UNIVERSIDAD DE CUENCA <small>desde 1867</small>	<h2 style="margin: 0;">INFORME DE DATOS</h2>	DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA Nombre: Martha de la Torre Dirección: Honorato Loyola 3-155 N° de Vivienda: 5 Cód. Predial: 0802012001000
--	--	---

CUADRO DE RESULTADOS	Iluminación Total FLD (%)	Iluminación Total (Lux)
Dormitorio Principal	4.55	910.20
Sala-comedor	7.72	1543.74
Toda la Vivienda (PB)	4.57	914.15
Toda la Vivienda (PA)	3.78	756.43

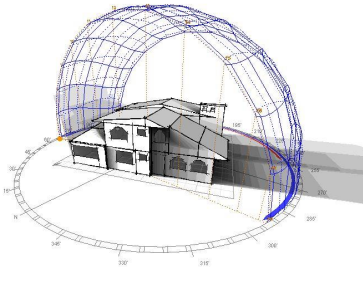
SOMBRA



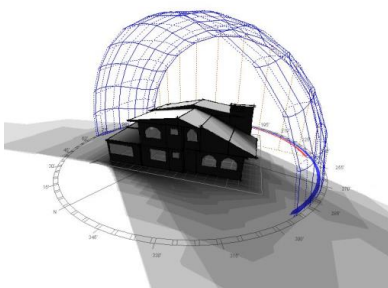
Equinoccio 21 de marzo



Equinoccio 21 de septiembre



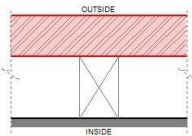
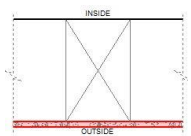
Solsticio 21 de junio



Solsticio 21 de diciembre

CUADRO DE RESULTADOS				
FACHADAS	PROMEDIO PORCENTAJE DE SOMBRA (superficies acristaladas)			
	Equinoccio (21Marzo) (%)	Equinoccio (21Sep) (%)	Solsticio (21Jun) (%)	Solsticio (21Dic) (%)
FACHADA NORTE	50	51	27	100
FACHADA SUR	99	98	100	60
FACHADA ESTE	81	86	98	80
FACHADA OESTE	89	86	84	92

FACTORES DE LA ENVOLVENTE (ver Anexo 4)

CUBIERTA	CIELO RASO (PA)
	

Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas", Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC.
 Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca - Azuay



INFORME DE DATOS

DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA



Nombre: Martha de la Torre



Dirección: Honorato Loyola 3-155

N° de Vivienda: 5

Cód. Predial: 0802012001000


CAP A N°	MATERIAL	ESPE OR (mm)	DENSIDA D (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFIC O (J/kgK)	CAP A N°	MATERIAL	ESPE OR (mm)	DENSID AD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFIC O (J/kgK)	CONDUCTIVIDA D (λ)
1.	TEJA	50	2760	836.8	1.	GYPSUM	10	1200.0	940.0	0.420
2.	CAMARA DE AIRE (madera)	75	1.3	1004.0	2.	CAMARA DE AIRE(madera)	200	1.3	1004.0	5.560
3.	ESTUCO	10	1250	1088.0						
VALOR U=		2.760			VALOR U=		2.620			

PAREDES (P1)						PAREDES (P2)					
											
CAP A N°	MATERIAL	ESPEOR (mm)	DENSIDAD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFICO (J/kgK)	CONDUCTIVIDAD (λ)	CAP A N°	MATERIAL	ESPESOR (mm)	DENSIDAD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFICO (J/kgK)	CONDUCTIVIDAD (λ)
1.	LADRILLO	200	2000	836.8	0.711	1.	EMPASTADO	10	1200	840.0	0.520
						2.	LADRILLO	200	2000	836.8	0.711
						3.	EMPASTADO	10	1200	840.0	0.520
VALOR U=		2.180				VALOR U=			2.01		

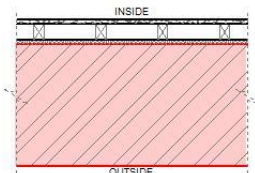
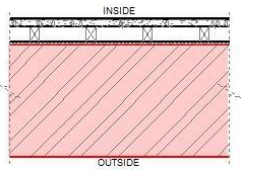
PAREDES (P3)						PAREDES (P4)					
											
CAP A N°	MATERIAL	ESPE OR (mm)	DENS IDAD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFI CO (J/kgK)	CONDUCTIVI DAD (λ)	CAP A N°	MATERIAL	ESPE OR (mm)	DENSI DAD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍ FICO (J/kgK)	CONDU CTIVIDA D (λ)
1.	PIEDRA	200	2000	836.8	0.711	1.	MADERA	15	45.0	1380	0.043
VALOR U=		2.180				VALOR U=			1.90		

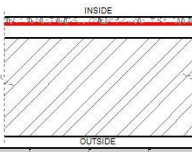
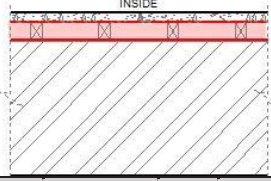
PAREDES (P5)											
CAP A N°	MATERIAL	ESPEOR (mm)	DENSIDAD	CALOR ESPECÍFICO	CONDUCTIVIDAD (λ)	CAP A N°	MATERIAL	ESPEOR (mm)	DENSIDAD	CALOR ESPECÍFICO	CONDUCTIVIDAD (λ)

Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas", Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC.
 Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca - Azuay

 UNIVERSIDAD DE CUENCA <small>desde 1867</small>	<h2 style="margin: 0;">INFORME DE DATOS</h2>	DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA Nombre: Martha de la Torre Dirección: Honorato Loyola 3-155 N° de Vivienda: 5 Cód. Predial: 0802012001000
--	--	---

			(Kg/m ³)	CO (J/kgK)				(Kg/m ³)	(J/kgK)
1.	EMPASTADO	10	1200	840.0	0.520				
2.	LADRILLO	200	2000	836.8	0.711				
3.	EMPASTADO	10	1200	840.0	0.520				
VALOR U=		2.01				VALOR U=			

PISO DE MADERA						PISOS DE CERAMICA					
											
CAP A N°	MATERIAL	ESPE- SOR (mm)	DENS- IDAD (Kg/m ³)	CALOR ESPECÍFI- CO (J/kgK)	CONDUCTIV- IDAD (λ)	CAP A N°	MATERIAL	ESPE- SOR (mm)	DENS- IDAD (Kg/m ³)	CALOR ESPECÍFI- CO (J/kgK)	CONDUCTIV- IDAD (λ)
1.	SUELO	1500	1300	1046.0	0.837	1.	SUELO	1500	1300	1046	0.837
2.	PIEDRA	5	1800	1000.0	0.960	2.	PIEDRA	5	1800	1000	0.960
3.	CAMARA DE AIRE	20	1.3	1004.0	5.560	3.	CAMARA DE AIRE	20	1.3	1004	5.560
4.	TIRAS DE MADERA	40	550	2301	0.343	4.	CONCRETO	10	3800	656.9	0.753
5.	DUELAS DE MADERA	10	550	2301	0.343	5.	CERAMICA	0.5	2000	656.9	0.753
VALOR U=		0.43				VALOR U=		0.420			


PISO DE CEMENTO						PISO ALFOMBRADO					
											
CAP A N°	MATERIAL	ESPE- SOR (mm)	DENS- IDAD (Kg/m ³)	CALOR ESPECÍFI- CO (J/kgK)	CONDUCTIV- IDAD (λ)	CAP A N°	MATERIAL	ESPE- SOR (mm)	DENS- IDAD (Kg/m ³)	CALOR ESPECÍFI- CO (J/kgK)	CONDUCTIV- IDAD (λ)
1.	SUELO	1500	1300	1046.0	0.837	1.	SUELO	1500	1300	1046.0	0.837
2.	CAMARA DE AIRE	20	1.3	1004.0	5.560	2.	PIEDRA	10	1800	1000	0.960
3.	CADENAS DE MADERA	20	460	2301	0.096	3.	CAMARA DE AIRE	20	1.3	1004	5.560
4.	CONCRETO	10	3800	656.9	0.753	4.	CONCRETO	10	3800	656.9	0.753
5.						5.	ALFOMBRA	0.10	190	1360	0.060
VALOR U=		0.400				VALOR U=		0.41			

Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas", Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC.
 Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca - Azuay



ANEXO 8

FICHA DE RESULTADOS DE ENERGÍA

 UNIVERSIDAD DE CUENCA desde 1867	INFORME DE DATOS	DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA
		Nombre: Mercedes Larriva G.
		Dirección: Ordoñez Lasso, Urbanización Río Amarillo, Casa 6.
		N° de Vivienda: 1
		Cód. Predial: 0704002066000

I. ANTECEDENTES VIVIENDA EVALUADA.
a) Vivienda y parcela

Descripción	Vivienda N°1
Emplazamiento	Adosada de 1 lado
Ubicación (Parroquia a la que pertenece)	El Batán
Orientación	Oeste-este
Forma de la vivienda	Rectangular

II. TÉCNICAS.

Ficha de levantamiento	Toma de datos	Técnica / Norma
Ficha de levantamiento de energía.	Toma de datos referidos al tema energético	Técnicas desarrolladas en proyecto, "Método de Certificación de la Construcción Sustentable de la vivienda".

IV. RESULTADOS


LEVANTAMIENTO

1.1 PREGUNTAS GENERALES VINCULADAS AL CONSUMO

PREGUNTAS	RESULTADOS
1. Número de pisos de la vivienda	2
2. Número de bloques que componen la vivienda	1
3. Número de dormitorios	4
4. Número de cuartos de baños completos	4
5. Número de medios baños	1
6. La vivienda tiene buhardilla	no
7. Edad de la vivienda	> 10 años
8. Número total de habitantes en la vivienda	4
9. Número de niños	1
10. Número de adultos	3

1.2 ILUMINACIÓN

1.2.1 Preguntas generales

		<h2 style="text-align: center;">INFORME DE DATOS</h2>		DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA		
				Nombre: Mercedes Larriva G. Dirección: Ordoñez Lasso, Urbanización Río Amarillo. Casa 6. N° de Vivienda: 1 Cód. Predial: 0704002066000		
PREGUNTAS				RESULTADOS		
1. Abre las cortinas de las habitaciones durante el día para aprovechar la luz natural				Sí		
2. Cuenta con luminarias exteriores				Sí		
3. Iluminación natural en baños				Baño 1	Sí	
				Baño 2	Sí	
				Baño 3	Sí	
				Baño 4	Sí	
1.2.2 Tipos luminarias que posee la vivienda (véase ubicación en Anexo 4)						
	W	Temperatura de color	Lm	Eficiencia	IRC	CÓDIGO
FLUORESCENTE	15	6400 K	780	52	80	F1
	20	6500 K	1101	56,5	78	F2
	25	6500 K	1380	57	75	F3
	32	6500 K	2050	62	80	F4
	42	2700K	3200	76	83	F9
	10	2700 K	600	55	80	F5
	11	2700 K	630	60	80	F6
	15	2700 K	825	55	80	F7
	20	2700 K	1120	56	80	F8
LED	4,5	3000	350	78	80	D6
	5	8093	292,8	68,3	70	D1
	6	3000	470	78	80	D7
	7	5000	540	69	81	D2
	8	3000	600	75	80	D8
	9,5	6500	820	86	80	D3
	10	5000	800	80	81	D4
	13	6500	1050	82	80	D5
	9,5	2700	806	85	80	D9
	10	3000	800	80	80	D10
	13	3000	1050	82	80	D11
	INCA NDES	60	2700	1560	26	100
80		2700	1560	20	100	N2
<p style="text-align: center;">"Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas", Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC. Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca - Azuay</p>						



INFORME DE DATOS

DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA

Nombre: Mercedes Larriva G.
Dirección: Ordoñez Lasso, Urbanización Río Amarillo. Casa 6.
N° de Vivienda: 1
Cód. Predial: 0704002066000

100	2700	1560	15	100	N3
110	2700	1320	12	100	N4

DICCROIC OS	6	3000	350	58	80	DL
	35	3000	600	17	100	D1
	50	300	950	19	100	D


ILUMINACIÓN	PORCENTAJES
* Porcentaje de luminarias internas fijas de espacios habitables que presenten una eficacia luminosa > 55 lm/W	35,80%
* Porcentaje de luminarias internas fijas de espacios comunes que presenten una eficacia luminosa > 55 lm/W < 86 lm/W	35,80%
* Porcentaje de luminarias internas fijas de espacios comunes que presenten una eficacia luminosa > 86 lm/W	0
* Porcentaje de luminarias externas fijas que presenten una eficacia luminosa >= 50 lm/W y un IRC >= 60	100,00%
* Porcentaje de luminarias externas fijas que presenten una eficacia luminosa >= 60 lm/W y un IRC < 60	25,00%
* Todas las luminarias exteriores cuentan con controladores como sensores, temporizador, reloj astronómico, sensor de luz natural (si/no)	NO

1.3 ENVOLVENTE

AISLAMIENTO EN PAREDES		ESTRUCTURA GENERAL DE LA VIVIENDA	
FACHADAS	VALOR U	DATOS	CODIGOS
1. Envoltente frontal	1,72	1. Piso Planta Baja:	E1
2. Envoltente lateral derecha	1,72	2. Entrepiso:	E3
3. Envoltente Lateral izquierda	1,72	3. Paredes:	M1
4. Envoltente posterior	1,72		

COLORES		VALOR DE REFLECTANCIA NEC-11			
ELEMENTOS	COLORES PREDOMINANTES	COLOR	% REFLEJADO	COLOR	% REFLEJADO
1. Paredes	habano	Blanco cal	80	Beige	25
2. Piso		Amarillo limón	70	Verde vegetal	20
Cerámicos	habano	Amarillo oro	60	Ladrillo	18
De madera	café	Azul claro	40-50	Rojo	16
3. Cielo raso		Rosa salmón	40	Negro	5
Enlucido	blanco	Gris cemento	32		
De madera	café	Anaranjado	25-30		

"Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas", Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC.
 Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca - Azuay

		INFORME DE DATOS		DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA																																																													
				Nombre: Mercedes Larriva G. Dirección: Ordoñez Lasso, Urbanización Río Amarillo. Casa 6. N° de Vivienda: 1 Cód. Predial: 0704002066000																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">GANANCIA SOLAR</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Fachada</th> <th>Área de Fachada</th> <th>Área de superficies acristaladas</th> <th>% (Relación s.acristaladas/s.fachadas)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>NORTE</td> <td>183,9</td> <td>46,93</td> <td>26%</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>SUR</td> <td>43,76</td> <td>4,97</td> <td>11%</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>ESTE</td> <td>96,8</td> <td>15,98</td> <td>17%</td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td>OESTE</td> <td>41,12</td> <td>13,31</td> <td>32%</td> </tr> <tr> <td></td> <td>TOTAL</td> <td>365,58</td> <td>81,19</td> <td>22%</td> </tr> </tbody> </table>						GANANCIA SOLAR						Fachada	Área de Fachada	Área de superficies acristaladas	% (Relación s.acristaladas/s.fachadas)	1.	NORTE	183,9	46,93	26%	2.	SUR	43,76	4,97	11%	3.	ESTE	96,8	15,98	17%	4.	OESTE	41,12	13,31	32%		TOTAL	365,58	81,19	22%																									
GANANCIA SOLAR																																																																	
	Fachada	Área de Fachada	Área de superficies acristaladas	% (Relación s.acristaladas/s.fachadas)																																																													
1.	NORTE	183,9	46,93	26%																																																													
2.	SUR	43,76	4,97	11%																																																													
3.	ESTE	96,8	15,98	17%																																																													
4.	OESTE	41,12	13,31	32%																																																													
	TOTAL	365,58	81,19	22%																																																													
1.4 ESPACIO DE SECADO <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">ESPACIO DE SECADO</th> <th>RESPUESTA</th> </tr> <tr> <th colspan="2">PREGUNTAS</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>La vivienda cuenta con un espacio de secado</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>Área del espacio de lavandería</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Largo</td> <td>3 m</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Ancho</td> <td>0,8 m</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>Total de metraje de tendal</td> <td>5m</td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td>Medida del tendal en su tramo más corto</td> <td>2,5 m</td> </tr> <tr> <td>5.</td> <td>Altura del tendal respecto al piso</td> <td>1,4m</td> </tr> <tr> <td>6.</td> <td>El espacio de secado se encuentra en el interior o exterior</td> <td>exterior</td> </tr> <tr> <td>7.</td> <td>El espacio de secado se encuentra en un espacio habitable o no habitable</td> <td>No habitable</td> </tr> <tr> <td>8.</td> <td>Los espacios de secado son acondicionados o no</td> <td>NO</td> </tr> <tr> <td>9.</td> <td>Si es un espacio de secado interno, cuenta con ventilación mecánica (si/no)</td> <td>NO ES INTERNO</td> </tr> <tr> <td>10.</td> <td>Si es un espacio de secado interno, cuenta con ventilación natural permanente (si/no)</td> <td>NO ES INTERNO</td> </tr> <tr> <td>11.</td> <td>Los espacios de secado se encuentran protegidos de vistas desde el exterior (si/no)</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>12.</td> <td>Los espacios internos de secado interfieren en la iluminación directa de las piezas (si/no)</td> <td>NO APLICA</td> </tr> <tr> <td>13.</td> <td>Los espacios internos de secado interfieren en la ventilación directa de las piezas (si/no)</td> <td>NO APLICA</td> </tr> <tr> <td>14.</td> <td>Los espacios de secado exterior están protegidos de las inclemencias del tiempo (si/no)</td> <td>NO</td> </tr> <tr> <td>15.</td> <td>El espacio de secado exterior tiene acceso próximo a la vivienda</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>16.</td> <td>El espacio de secado exterior se encuentra dentro del área visual de la vivienda</td> <td>NO</td> </tr> </tbody> </table>						ESPACIO DE SECADO		RESPUESTA	PREGUNTAS			1.	La vivienda cuenta con un espacio de secado	SI	2.	Área del espacio de lavandería			Largo	3 m		Ancho	0,8 m	3.	Total de metraje de tendal	5m	4.	Medida del tendal en su tramo más corto	2,5 m	5.	Altura del tendal respecto al piso	1,4m	6.	El espacio de secado se encuentra en el interior o exterior	exterior	7.	El espacio de secado se encuentra en un espacio habitable o no habitable	No habitable	8.	Los espacios de secado son acondicionados o no	NO	9.	Si es un espacio de secado interno, cuenta con ventilación mecánica (si/no)	NO ES INTERNO	10.	Si es un espacio de secado interno, cuenta con ventilación natural permanente (si/no)	NO ES INTERNO	11.	Los espacios de secado se encuentran protegidos de vistas desde el exterior (si/no)	SI	12.	Los espacios internos de secado interfieren en la iluminación directa de las piezas (si/no)	NO APLICA	13.	Los espacios internos de secado interfieren en la ventilación directa de las piezas (si/no)	NO APLICA	14.	Los espacios de secado exterior están protegidos de las inclemencias del tiempo (si/no)	NO	15.	El espacio de secado exterior tiene acceso próximo a la vivienda	SI	16.	El espacio de secado exterior se encuentra dentro del área visual de la vivienda	NO
ESPACIO DE SECADO		RESPUESTA																																																															
PREGUNTAS																																																																	
1.	La vivienda cuenta con un espacio de secado	SI																																																															
2.	Área del espacio de lavandería																																																																
	Largo	3 m																																																															
	Ancho	0,8 m																																																															
3.	Total de metraje de tendal	5m																																																															
4.	Medida del tendal en su tramo más corto	2,5 m																																																															
5.	Altura del tendal respecto al piso	1,4m																																																															
6.	El espacio de secado se encuentra en el interior o exterior	exterior																																																															
7.	El espacio de secado se encuentra en un espacio habitable o no habitable	No habitable																																																															
8.	Los espacios de secado son acondicionados o no	NO																																																															
9.	Si es un espacio de secado interno, cuenta con ventilación mecánica (si/no)	NO ES INTERNO																																																															
10.	Si es un espacio de secado interno, cuenta con ventilación natural permanente (si/no)	NO ES INTERNO																																																															
11.	Los espacios de secado se encuentran protegidos de vistas desde el exterior (si/no)	SI																																																															
12.	Los espacios internos de secado interfieren en la iluminación directa de las piezas (si/no)	NO APLICA																																																															
13.	Los espacios internos de secado interfieren en la ventilación directa de las piezas (si/no)	NO APLICA																																																															
14.	Los espacios de secado exterior están protegidos de las inclemencias del tiempo (si/no)	NO																																																															
15.	El espacio de secado exterior tiene acceso próximo a la vivienda	SI																																																															
16.	El espacio de secado exterior se encuentra dentro del área visual de la vivienda	NO																																																															
1.5 ELECTRODOMÉSTICOS <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Calificación en las etiquetas energéticas de:</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Frigoríficos:</td> <td>No aplica</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Congeladores:</td> <td>No aplica</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Combinación de ambos</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Lavadora:</td> <td>No tiene</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Lavavajillas:</td> <td>No tiene</td> </tr> </tbody> </table>						Calificación en las etiquetas energéticas de:			Frigoríficos:		No aplica	Congeladores:		No aplica	Combinación de ambos		A	Lavadora:		No tiene	Lavavajillas:		No tiene																																										
Calificación en las etiquetas energéticas de:																																																																	
Frigoríficos:		No aplica																																																															
Congeladores:		No aplica																																																															
Combinación de ambos		A																																																															
Lavadora:		No tiene																																																															
Lavavajillas:		No tiene																																																															
<p align="center"> "Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas", Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC. Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca - Azuay </p>																																																																	



INFORME DE DATOS

DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA

Nombre: Mercedes Larriva G.
Dirección: Ordoñez Lasso,
 Urbanización Río Amarillo. Casa 6.
N° de Vivienda: 1
Cód. Predial: 0704002066000

Secadora:	No tiene
lavadora-secadora:	No aplica

1.6 ENERGÍAS RENOVABLES


ENERGÍAS RENOVABLES	
Cuenta con calentador solar (si/no)	NO
Eficiencia térmica del calentador:	% *

**si el valor no se da en el calefón explicar en la parte final de esta ficha en observaciones, adjuntar fotografía.*

1.7 ACS

ACS	
Metros de tubería para ACS	38,92
Volumen máximo de AC en calentador	28 LITROS
El calentador presenta bucle de circulación (SI/NO)	NO
Bomba de circulación con temporizador (si/no)	NO
Diámetro de tubería matriz (pulgadas)	1/2"
Temperatura de calentamiento del agua (calefón)	45C°
Identificar si los controladores limitan el calentamiento del agua hasta cierto grado	NO

"Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas", Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC.
 Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca - Azuay

 UNIVERSIDAD DE CUENCA desde 1867	<h2>INFORME DE DATOS</h2>	DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA Nombre: Karen Salazar Dirección: Calle de Retorno y Diego de Velázquez. Nº de Vivienda: 2 Cód. Predial: 0904103001000																																																							
<p>I. ANTECEDENTES VIVIENDA EVALUADA. a) Vivienda y parcela</p> <table border="1" data-bbox="507 678 1161 929"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Vivienda N°2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Emplazamiento</td> <td>Adosada de 1 lado</td> </tr> <tr> <td>Ubicación (Parroquia a la que pertenece)</td> <td>Yanuncay</td> </tr> <tr> <td>Orientación</td> <td>Norte-Sur</td> </tr> <tr> <td>Forma de la vivienda</td> <td>Cuadrada</td> </tr> </tbody> </table> <p>II. RESULTADOS LEVANTAMIENTO 1.1 PREGUNTAS GENERALES VINCULADAS AL CONSUMO</p> <table border="1" data-bbox="515 1010 1153 1350"> <thead> <tr> <th>PREGUNTAS</th> <th>RESULTADOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1. Número de pisos de la vivienda</td><td>2</td></tr> <tr><td>2. Número de bloques que componen la vivienda</td><td>1</td></tr> <tr><td>3. Número de dormitorios</td><td>4</td></tr> <tr><td>4. Número de cuartos de baños completos</td><td>3</td></tr> <tr><td>5. Número de medios baños</td><td>1</td></tr> <tr><td>6. La vivienda tiene buhardilla</td><td>no</td></tr> <tr><td>7. Edad de la vivienda</td><td>> 10 años</td></tr> <tr><td>8. Número total de habitantes en la vivienda</td><td>5</td></tr> <tr><td>9. Número de niños</td><td>1</td></tr> <tr><td>10. Número de adultos</td><td>4</td></tr> </tbody> </table> <p>1.2 ILUMINACIÓN 1.2.1 Preguntas generales</p> <table border="1" data-bbox="268 1402 1390 1637"> <thead> <tr> <th>PREGUNTAS</th> <th>RESULTADOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Abre las cortinas de las habitaciones durante el día para aprovechar la luz natural</td> <td>Sí</td> </tr> <tr> <td>2. Cuenta con luminarias exteriores</td> <td>Sí</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">3. Iluminación natural en baños</td> <td>Baño 1A</td> </tr> <tr> <td>Baño 2A</td> </tr> <tr> <td>Baño 3A</td> </tr> <tr> <td>Baño 4B</td> </tr> </tbody> </table> <p>1.2.2 Tipos luminarias que posee la vivienda (véase ubicación en Anexo 4)</p> <table border="1" data-bbox="268 1664 1406 1966"> <thead> <tr> <th>ILUMINACIÓN</th> <th>PORCENTAJES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>* Porcentaje de luminarias internas fijas de espacios habitables que presenten una eficacia luminosa > 55 lm/W</td> <td>23,26%</td> </tr> <tr> <td>* Porcentaje de luminarias internas fijas de espacios comunes que presenten una eficacia luminosa > 55 lm/W < 86 lm/W</td> <td>14,28%</td> </tr> <tr> <td>* Porcentaje de luminarias internas fijas de espacios comunes que presenten una eficacia luminosa > 86 lm/W</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>* Porcentaje de luminarias externas fijas que presenten una eficacia luminosa >= 50 lm/W y un IRC >= 60</td> <td>33,33%</td> </tr> <tr> <td>* Porcentaje de luminarias externas fijas que presenten una eficacia luminosa >= 60 lm/W y un IRC < 60</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;"> "Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas", Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC. Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca – Azuay </p>			Descripción	Vivienda N°2	Emplazamiento	Adosada de 1 lado	Ubicación (Parroquia a la que pertenece)	Yanuncay	Orientación	Norte-Sur	Forma de la vivienda	Cuadrada	PREGUNTAS	RESULTADOS	1. Número de pisos de la vivienda	2	2. Número de bloques que componen la vivienda	1	3. Número de dormitorios	4	4. Número de cuartos de baños completos	3	5. Número de medios baños	1	6. La vivienda tiene buhardilla	no	7. Edad de la vivienda	> 10 años	8. Número total de habitantes en la vivienda	5	9. Número de niños	1	10. Número de adultos	4	PREGUNTAS	RESULTADOS	1. Abre las cortinas de las habitaciones durante el día para aprovechar la luz natural	Sí	2. Cuenta con luminarias exteriores	Sí	3. Iluminación natural en baños	Baño 1A	Baño 2A	Baño 3A	Baño 4B	ILUMINACIÓN	PORCENTAJES	* Porcentaje de luminarias internas fijas de espacios habitables que presenten una eficacia luminosa > 55 lm/W	23,26%	* Porcentaje de luminarias internas fijas de espacios comunes que presenten una eficacia luminosa > 55 lm/W < 86 lm/W	14,28%	* Porcentaje de luminarias internas fijas de espacios comunes que presenten una eficacia luminosa > 86 lm/W	0%	* Porcentaje de luminarias externas fijas que presenten una eficacia luminosa >= 50 lm/W y un IRC >= 60	33,33%	* Porcentaje de luminarias externas fijas que presenten una eficacia luminosa >= 60 lm/W y un IRC < 60	0%
Descripción	Vivienda N°2																																																								
Emplazamiento	Adosada de 1 lado																																																								
Ubicación (Parroquia a la que pertenece)	Yanuncay																																																								
Orientación	Norte-Sur																																																								
Forma de la vivienda	Cuadrada																																																								
PREGUNTAS	RESULTADOS																																																								
1. Número de pisos de la vivienda	2																																																								
2. Número de bloques que componen la vivienda	1																																																								
3. Número de dormitorios	4																																																								
4. Número de cuartos de baños completos	3																																																								
5. Número de medios baños	1																																																								
6. La vivienda tiene buhardilla	no																																																								
7. Edad de la vivienda	> 10 años																																																								
8. Número total de habitantes en la vivienda	5																																																								
9. Número de niños	1																																																								
10. Número de adultos	4																																																								
PREGUNTAS	RESULTADOS																																																								
1. Abre las cortinas de las habitaciones durante el día para aprovechar la luz natural	Sí																																																								
2. Cuenta con luminarias exteriores	Sí																																																								
3. Iluminación natural en baños	Baño 1A																																																								
	Baño 2A																																																								
	Baño 3A																																																								
	Baño 4B																																																								
ILUMINACIÓN	PORCENTAJES																																																								
* Porcentaje de luminarias internas fijas de espacios habitables que presenten una eficacia luminosa > 55 lm/W	23,26%																																																								
* Porcentaje de luminarias internas fijas de espacios comunes que presenten una eficacia luminosa > 55 lm/W < 86 lm/W	14,28%																																																								
* Porcentaje de luminarias internas fijas de espacios comunes que presenten una eficacia luminosa > 86 lm/W	0%																																																								
* Porcentaje de luminarias externas fijas que presenten una eficacia luminosa >= 50 lm/W y un IRC >= 60	33,33%																																																								
* Porcentaje de luminarias externas fijas que presenten una eficacia luminosa >= 60 lm/W y un IRC < 60	0%																																																								



INFORME DE DATOS

DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA

Nombre: Karen Salazar
Dirección: Calle de Retorno y Diego de Velázquez.
N° de Vivienda: 2
Cód. Predial: 0904103001000

* Todas las luminarias exteriores cuentan con controladores como sensores, temporizador, reloj astronómico, sensor de luz natural (si/no)

NO

1.3 ENVOLVENTE

AISLAMIENTO EN PAREDES	
FACHADAS	VALOR U
1. Envoltente frontal	2,12
2. Envoltente lateral derecha	2,12
3. Envoltente Lateral izquierda	2,12
4. Envoltente posterior	2,12

ESTRUCTURA GENERAL DE LA VIVIENDA			
DATOS		CODIGOS	
1. Piso Planta Baja:	E1	E1: Losa de Hormigón maciza	
2. Entrepiso:	E1	E3: Estructura de madera	
3. Paredes:	M1	M1: Ladrillo	
		M3: Otro. Especificar	
		E2: Losa de Hormigón Nervada	
		E4: Estructura metálica	
		M2: Bloque	


COLORES		VALOR DE REFLECTANCIA NEC-11			
ELEMENTOS	COLORES PREDOMINANTES	COLOR	% REFLEJADO	COLOR	% REFLEJADO
1. Paredes	Habano, naranja	Blanco cal	80	Beige	25
2. Piso		Amarillo limón	70	Verde vegetal	20
	Cerámicos naranja	Amarillo oro	60	Ladrillo	18
	De madera Café oscuro	Azul claro	40-50	Rojo	16
3. Cielo raso	Blanco cal	Rosa salmón	40	Negro	5
		Gris cemento	32		
		Anaranjado	25-30		

GANANCIA SOLAR				
	Fachada	Área de Fachada	Área de superficies acristaladas	% (Relación s.acristaladas/s.fachadas)
1. NORTE		62,55	27,35	44%
2. SUR		8,92	3,89	44%
3. ESTE		65,46	13,48	21%
4. OESTE		66	24,03	36%
TOTAL		202,93	68,75	33%

1.4 ESPACIO DE SECADO

ESPACIO DE SECADO		
PREGUNTAS		RESPUESTA
1.	La vivienda cuenta con un espacio de secado	SI
2.	Área del espacio de lavandería	
	Largo	5,3 m
	Ancho	1,5 m
3.	Total de metraje de tendal	15,78m
4.	Medida del tendal en su tramo más corto	5,26 m
5.	Altura del tendal respecto al piso	1,8m
6.	El espacio de secado se encuentra en el interior o exterior	interior
7.	El espacio de secado se encuentra en un espacio habitable o no habitable	No habitable
8.	Los espacios de secado son acondicionados o no	NO
9.	Si es un espacio de secado interno, cuenta con ventilación mecánica (si/no)	NO

"Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas", Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC.
 Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca - Azuay

		INFORME DE DATOS		DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA	
				Nombre: Karen Salazar Dirección: Calle de Retorno y Diego de Velázquez. N° de Vivienda: 2 Cód. Predial: 0904103001000	
10.	Si es un espacio de secado interno, cuenta con ventilación natural permanente (si/no)		Sí		
11.	Los espacios de secado se encuentran protegidos de vistas desde el exterior (si/no)		Sí		
12.	Los espacios internos de secado interfieren en la iluminación directa de las piezas (si/no)		Sí		
13.	Los espacios internos de secado interfieren en la ventilación directa de las piezas (si/no)		NO		
14.	Los espacios de secado exterior están protegidos de las inclemencias del tiempo (si/no)		NO APLICA		
15.	El espacio de secado exterior tiene acceso próximo a la vivienda		NO APLICA		
16.	El espacio de secado exterior se encuentra dentro del área visual de la vivienda		NO APLICA		
1.5 ELECTRODOMÉSTICOS					
Calificación en las etiquetas energéticas de:					
Frigoríficos:		NO APLICA			
Congeladores:		NO APLICA			
Combinación de ambos		A			
Lavadora:		NO TIENE			
Lavavajillas:		NO APLICA			
Secadora:		NO TIENE			
lavadora-secadora:		NO TIENE			
1.6 ENERGÍAS RENOVABLES					
ENERGÍAS RENOVABLES					
Cuenta con calentador solar (si/no)		NO			
Eficiencia térmica del calentador:		% *			
1.7 ACS					
ACS					
Metros de tubería para ACS		19,41			
Volumen máximo de AC en calentador		28 LITROS			
El calentador presenta bucle de circulación (SI/NO)		NO			
Bomba de circulación con temporizador (si/no)		NO			
Diámetro de tubería matriz (pulgadas)		1/2"			
Temperatura de calentamiento del agua (calefón)		45°C			
Identificar si los controladores limitan el calentamiento del agua hasta cierto grado		NO			
<p align="center"> "Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas", Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC. Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca – Azuay </p>					



INFORME DE DATOS

DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA

Nombre: Gladys Vásquez P.
Dirección: Los trigales Bajos Manzana U222 Calle Tomás Clavo del Curto
N° de Vivienda: 3
Cód. Predial: 1408055003000

I. ANTECEDENTES VIVIENDA EVALUADA.

a) Vivienda y parcela

Descripción	Vivienda N°3
Emplazamiento	Adosada con retiro frontal
Ubicación (Parroquia a la que pertenece)	Hermano Miguel
Orientación	Oeste-Este
Forma de la vivienda	Rectangular

II. RESULTADOS

LEVANTAMIENTO

1.1 PREGUNTAS GENERALES VINCULADAS AL CONSUMO

PREGUNTAS	RESULTADOS
1. Número de pisos de la vivienda	2
2. Número de bloques que componen la vivienda	1
3. Número de dormitorios	3
4. Número de cuartos de baños completos	2
5. Número de medios baños	0
6. La vivienda tiene buhardilla	No
7. Edad de la vivienda	+10 años
8. Número total de habitantes en la vivienda	3
9. Número de niños	1
10. Número de adultos	2

1.2 ILUMINACIÓN

1.2.1 Preguntas generales


PREGUNTAS		RESULTADOS
1. Abre las cortinas de las habitaciones durante el día para aprovechar la luz natural		Sí
2. Cuenta con luminarias exteriores		Sí
3. Iluminación natural en baños	Baño 1	Sí
	Baño 2	sí

1.2.2 Tipos luminarias que posee la vivienda (véase ubicación en Anexo 4)

ILUMINACIÓN	PORCENTAJES
* Porcentaje de luminarias internas fijas de espacios habitables que presenten una eficacia luminosa > 55 lm/W	68.18%
* Porcentaje de luminarias internas fijas de espacios comunes que presenten una eficacia luminosa > 55 lm/W < 86 lm/W	68.18%
* Porcentaje de luminarias internas fijas de espacios comunes que presenten una eficacia luminosa > 86 lm/W	0
* Porcentaje de luminarias externas fijas que presenten una eficacia luminosa >= 50 lm/W y un IRC >= 60	100%
* Porcentaje de luminarias externas fijas que presenten una eficacia luminosa >= 60 lm/W y un IRC < 60	0
* Todas las luminarias exteriores cuentan con controladores como sensores, temporizador, reloj astronómico, sensor de luz natural (sí/no)	no

1.3 ENVOLVENTE

"Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas", Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC.
 Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca - Azuay

 UNIVERSIDAD DE CUENCA <small>desde 1867</small>	<h2 style="margin: 0;">INFORME DE DATOS</h2>	DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA Nombre: Gladys Vásquez P. Dirección: Los trigales Bajos Manzana U222 Calle Tomás Clavo del Curto N° de Vivienda: 3 Cód. Predial: 1408055003000
--	--	--

AISLAMIENTO EN PAREDES		ESTRUCTURA GENERAL DE LA VIVIENDA			
FACHADAS	VALOR U	DATOS		CODIGOS	
1. Envolvente frontal	3.27	1. Piso Planta Baja:	E1	E1: Losa de Hormigón maciza	
2. Envolvente lateral derecha	3.27	2. Entrepiso:	E3	E3: Estructura de madera	
3. Envolvente Lateral izquierda	3.27	3. Paredes:	M1	M1: Ladrillo	
4. Envolvente posterior	3.27			M3: Otro. Especificar	
				E2: Losa de Hormigón Nervada	
				E4: Estructura metálica	
				M2: Bloque	

COLORES		VALOR DE REFLECTANCIA NEC-11			
ELEMENTOS	COLORES PREDOMINANTES	COLOR	% REFLEJADO	COLOR	% REFLEJADO
1. Paredes	Naranja	Blanco cal	80	Beige	25
2. Piso		Amarillo limón	70	Verde vegetal	20
En general PB	Anaranjado	Amarillo oro	60	Ladrillo	18
Madera PA	Café	Azul claro	40-50	Rojo	16
3. Cielo raso	Blanco cal	Rosa salmón	40	Negro	5
		Gris cemento	32		
		Anaranjado	25-30		

GANANCIA SOLAR			
Fachada	Área de Fachada	Área de superficies acristaladas	% (Relación s.acristaladas/s.fachadas)
1. NORESTE		Fachada adosada	
2. SUROESTE		Fachada adosada	
3. SURESTE	29,41	2,2	7%
4. NOROESTE	29,41	10,36	35%
TOTAL	58,82	12,56	21%

1.4 ESPACIO DE SECADO

ESPACIO DE SECADO	
PREGUNTAS	RESPUESTA
1. La vivienda cuenta con un espacio de secado	Sí
2. Área del espacio de lavandería	
Largo	3.05m
Ancho	1.65m
3. Total de metraje de tendal	3.05m
4. Medida del tendal en su tramo más corto	0.9
5. Altura del tendal respecto al piso	1.7m
6. El espacio de secado se encuentra en el interior o exterior	interior
7. El espacio de secado se encuentra en un espacio habitable o no habitable	No habitable
8. Los espacios de secado son acondicionados o no	no
9. Si es un espacio de secado interno, cuenta con ventilación mecánica (si/no)	no
10. Si es un espacio de secado interno, cuenta con ventilación natural permanente (si/no)	sí
11. Los espacios de secado se encuentran protegidos de vistas desde el exterior (si/no)	sí
12. Los espacios internos de secado interfieren en la iluminación directa de las piezas (si/no)	sí
13. Los espacios internos de secado interfieren en la ventilación directa de las piezas (si/no)	no

"Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas", Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC.
 Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca - Azuay



INFORME DE DATOS

DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA

Nombre: Gladys Vásquez P.
Dirección: Los trigales Bajos Manzana U222 Calle Tomás Clavo del Curto
N° de Vivienda: 3
Cód. Predial: 1408055003000

14.	Los espacios de secado exterior están protegidos de las inclemencias del tiempo (si/no)	No aplica
15.	El espacio de secado exterior tiene acceso próximo a la vivienda	No aplica
16.	El espacio de secado exterior se encuentra dentro del área visual de la vivienda	No aplica

1.5 ELECTRODOMÉSTICOS

Calificación en las etiquetas energéticas de:	
Frigoríficos:	No aplica
Congeladores:	No aplica
Lavadora:	No tiene etiqueta
Lavavajillas:	No aplica
Secadora:	No tiene etiqueta
lavadora-secadora:	No aplica

1.6 ENERGÍAS RENOVABLES

ENERGÍAS RENOVABLES	
Cuenta con calentador solar (si/no)	NO
Eficiencia térmica del calentador:	No tiene


**si el valor no se da en el calefón explicar en la parte final de esta ficha en observaciones, adjuntar fotografía.*

1.7 ACS

ACS	
Metros de tubería para ACS	14.8
Volumen máximo de AC en calentador	Ducha eléctrica
El calentador presenta bucle de circulación (SI/NO)	NO
Bomba de circulación con temporizador (si/no)	NO
Diámetro de tubería matriz (pulgadas)	1/2"
Temperatura de calentamiento del agua (calefón)	Ducha E.
Identificar si los controladores limitan el calentamiento del agua hasta cierto grado	NO



"Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas", Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC.
 Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca - Azuay

 UNIVERSIDAD DE CUENCA desde 1867	<h2>INFORME DE DATOS</h2>	DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA
		Nombre: Nancy Jara
		Dirección: Calle Carlos Rosas y Av. Altplano
		N° de Vivienda: 4
		Cód. Predial: 0402038067000

I. ANTECEDENTES VIVIENDA EVALUADA.

a) Vivienda y parcela

Descripción	Vivienda N°4
Emplazamiento	Adosada con retiro frontal
Ubicación (Parroquia a la que pertenece)	Totoracocha
Orientación	Noreste
Forma de la vivienda	Cuadrada

II. RESULTADOS

LEVANTAMIENTO

1.1 PREGUNTAS GENERALES VINCULADAS AL CONSUMO

PREGUNTAS	RESULTADOS
1. Número de pisos de la vivienda	2
2. Número de bloques que componen la vivienda	1
3. Número de dormitorios	3
4. Número de cuartos de baños completos	2
5. Número de medios baños	1
6. La vivienda tiene buhardilla	No
7. Edad de la vivienda	+10 años
8. Número total de habitantes en la vivienda	5
9. Número de niños	2
10. Número de adolescentes	1
11. Número de adultos	2

a. ILUMINACIÓN

PREGUNTAS	RESULTADOS
1. Abre las cortinas de las habitaciones durante el día para aprovechar la luz natural	Sí
2. Cuenta con luminarias exteriores	Sí
3. Iluminación natural en baños	Baño 1
	Baño 2

1. Tipos luminarias que posee la vivienda (Véase ubicación en Anexo 4)

ILUMINACIÓN	PORCENTAJES
* Porcentaje de luminarias internas fijas de espacios habitables que presenten una eficacia luminosa > 55 lm/W	37.5%
* Porcentaje de luminarias internas fijas de espacios comunes que presenten una eficacia luminosa > 55 lm/W < 86 lm/W	37.5%
* Porcentaje de luminarias internas fijas de espacios comunes que presenten una eficacia luminosa > 86 lm/W	0
* Porcentaje de luminarias externas fijas que presenten una eficacia luminosa >= 50 lm/W y un IRC >= 60	100%
* Porcentaje de luminarias externas fijas que presenten una eficacia luminosa >= 60 lm/W y un IRC < 60	0

“Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas”, Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC.
 Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca – Azuay



INFORME DE DATOS

DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA

Nombre: Nancy Jara
Dirección: Calle Carlos Rosas y Av. Altiplano
N° de Vivienda: 4
Cód. Predial: 0402038067000

* Todas las luminarias exteriores cuentan con controladores como sensores, temporizador, reloj astronómico, sensor de luz natural (si/no)

no

a. ENVOLVENTE

AISLAMIENTO EN PAREDES	
FACHADAS	VALOR U
1. Envoltente frontal	2.88
2. Envoltente lateral derecha	3.33
3. Envoltente Lateral izquierda	3.33
4. Envoltente posterior	3.33

ESTRUCTURA GENERAL DE LA VIVIENDA			
DATOS		CODIGOS	
1. Piso Planta Baja:	E1	E1: Losa de Hormigón maciza	
2. Entrepiso:	E1	E3: Estructura de madera	
3. Paredes:	M1	M1: Ladrillo	
		M3: Otro. Especificar	
		E2: Losa de Hormigón	
		Nervada	
		E4: Estructura metálica	
		M2: Bloque	


COLORES		VALOR DE REFLECTANCIA NEC-11			
ELEMENTOS	COLORES PREDOMINANTES	COLOR	% REFLEJADO	COLOR	% REFLEJADO
1. Paredes	Beige	Blanco cal	80	Beige	25
2. Piso		Amarillo limón	70	Verde vegetal	20
	gris	Amarillo oro	60	Ladrillo	18
		Azul claro	40-50	Rojo	16
3. Cielo raso	Blanco	Rosa salmón	40	Negro	5
		Gris cemento	32		
		Anaranjado	25-30		

	Fachada	Área de Fachada	Área de superficies acristaladas	% (Relación s. acristaladas/s. fachadas)
1. NOROESTE	Fachada adosada			
2. SURESTE	Fachada adosada			
3. NORESTE		60,83	10,06	17%
4. SUROESTE				
	Fachada adosada			
TOTAL		60,83	10,06	17%

b. ESPACIO DE SECADO

ESPACIO DE SECADO	
PREGUNTAS	RESPUESTA
1. La vivienda cuenta con un espacio de secado	Sí
2. Área del espacio de lavandería	
Largo	2.85m
Ancho	1.4m
3. Total de metraje de tendal	2.85
4. Medida del tendal en su tramo más corto	1.45m
5. Altura del tendal respecto al piso	1.5m
6. El espacio de secado se encuentra en el interior o exterior	interior
7. El espacio de secado se encuentra en un espacio habitable o no habitable	No habitable
8. Los espacios de secado son acondicionados o no	no

"Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas", Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC.
 Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca - Azuay

 UNIVERSIDAD DE CUENCA <small>desde 1867</small>	<h2 style="margin: 0;">INFORME DE DATOS</h2>	DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA Nombre: Nancy Jara Dirección: Calle Carlos Rosas y Av. Altplano N° de Vivienda: 4 Cód. Predial: 0402038067000
--	--	---

9.	Si es un espacio de secado interno, cuenta con ventilación mecánica (si/no)	no
10.	Si es un espacio de secado interno, cuenta con ventilación natural permanente (si/no)	no
11.	Los espacios de secado se encuentran protegidos de vistas desde el exterior (si/no)	sí
12.	Los espacios internos de secado interfieren en la iluminación directa de las piezas (si/no)	no
13.	Los espacios internos de secado interfieren en la ventilación directa de las piezas (si/no)	no
14.	Los espacios de secado exterior están protegidos de las inclemencias del tiempo (si/no)	No aplica
15.	El espacio de secado exterior tiene acceso próximo a la vivienda	No aplica
16.	El espacio de secado exterior se encuentra dentro del área visual de la vivienda	No aplica

c. ELECTRODOMÉSTICOS

Calificación en las etiquetas energéticas de:	
Frigoríficos:	No aplica
Congeladores:	No aplica
Lavadora:	No tiene etiqueta
Lavavajillas:	No aplica
Secadora:	No tiene etiqueta
lavadora-secadora:	No aplica


d. ENERGÍAS RENOVABLES

ENERGÍAS RENOVABLES	
Cuenta con calentador solar (si/no)	NO
Eficiencia térmica del calentador:	No tiene

**si el valor no se da en el calefón explicar en la parte final de esta ficha en observaciones, adjuntar fotografía.*

e. ACS

ACS	
Metros de tubería para ACS	11.3
Volumen máximo de AC en calentador	No se muestra en calefón
El calentador presenta bucle de circulación (SI/NO)	NO
Bomba de circulación con temporizador (si/no)	NO
Diámetro de tubería matriz (pulgadas)	1/2"
Temperatura de calentamiento del agua (calefón)	45°
Identificar si los controladores limitan el calentamiento del agua hasta cierto grado	NO



“Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas”, Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC.
 Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca - Azuay



INFORME DE DATOS

DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA

Nombre: Martha de la Torre
Dirección: Honorato Loyola 3-155
N° de Vivienda: 5
Cód. Predial: 0802012001000

I. ANTECEDENTES VIVIENDA EVALUADA.

a) Vivienda y parcela

Descripción	Vivienda N°5
Emplazamiento	Vivienda Esquinera, sin adosamiento
Ubicación (Parroquia a la que pertenece)	El vado, atrás de la universidad de Cuenca
Orientación	Nor-este, sur-oeste
Forma de la vivienda	Rectangular

II. RESULTADOS

LEVANTAMIENTO

1.1 PREGUNTAS GENERALES VINCULADAS AL CONSUMO

PREGUNTAS	RESULTADOS
1. Número de pisos de la vivienda	2
2. Número de bloques que componen la vivienda	1
3. Número de dormitorios	4
4. Número de cuartos de baños completos	3
5. Número de medios baños	1
6. La vivienda tiene buhardilla	Sí
7. Edad de la vivienda	mayor a 40 años
8. Número total de habitantes en la vivienda	4
9. Número de niños	0
10. Número de adultos	2 adultos y 2 adultos mayores

1.2 ILUMINACIÓN


1.2.1 Preguntas generales

PREGUNTAS		RESULTADOS
1.Abre las cortinas de las habitaciones durante el día para aprovechar la luz natural		Sí
2.Cuenta con luminarias exteriores		No
3.Iluminación natural en baños	Baño 1	Sí
	Baño 2	Sí
	Baño 3	Sí
	Baño 4	Sí

1.2.2 Tipos luminarias que posee la vivienda (Véase ubicación en anexo 4)

ILUMINACIÓN	PORCENTAJES
* Porcentaje de luminarias internas fijas de espacios habitables que presenten una eficacia luminosa > 55 lm/W	17,7%
* Porcentaje de luminarias internas fijas de espacios comunes que presenten una eficacia luminosa > 55 lm/W < 86 lm/W	17,7%
* Porcentaje de luminarias internas fijas de espacios comunes que presenten una eficacia luminosa > 86 lm/W	0%

"Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas", Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC.
 Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca - Azuay

 UNIVERSIDAD DE CUENCA <small>desde 1867</small>	<h2 style="margin: 0;">INFORME DE DATOS</h2>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: left;">DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA</th> </tr> <tr> <td>Nombre: Martha de la Torre</td> </tr> <tr> <td>Dirección: Honorato Loyola 3-155</td> </tr> <tr> <td>N° de Vivienda: 5</td> </tr> <tr> <td>Cód. Predial: 0802012001000</td> </tr> </table>	DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA	Nombre: Martha de la Torre	Dirección: Honorato Loyola 3-155	N° de Vivienda: 5	Cód. Predial: 0802012001000
DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA							
Nombre: Martha de la Torre							
Dirección: Honorato Loyola 3-155							
N° de Vivienda: 5							
Cód. Predial: 0802012001000							

<p>* Porcentaje de luminarias externas fijas que presenten una eficacia luminosa ≥ 50 lm/W y un IRC ≥ 60</p> <p>* Porcentaje de luminarias externas fijas que presenten una eficacia luminosa ≥ 60 lm/W y un IRC < 60</p> <p>* Todas las luminarias exteriores cuentan con controladores como sensores, temporizador, reloj astronómico, sensor de luz natural (si/no)</p>	<p>66,6%</p> <p>0%</p> <p>no</p>
--	----------------------------------

1.3 ENVOLVENTE

AISLAMIENTO EN PAREDES	
FACHADAS	VALOR U
1. Envolvente frontal	2.01
2. Envolvente lateral derecha	2.01
3. Envolvente lateral izquierda	2.09
4. Envolvente posterior	2.09

ESTRUCTURA GENERAL DE LA VIVIENDA			
DATOS		CODIGOS	
1.	Piso Planta Baja:	E1, E3, M3(PORCELANATO)	E1: Losa de Hormigón maciza E3: Estructura de madera
2.	Entrepiso:	E3	M1: Ladrillo M3: Otro. Especificar
3.	Paredes:	M1, M3(PORCELANATO)	E2: Losa de Hormigón Nervada E4: Estructura metálica M2: Bloque

COLORES		VALOR DE REFLECTANCIA NEC-11			
ELEMENTOS	COLORES PREDOMINANTES	COLOR	% REFLEJADO	COLOR	% REFLEJADO
1. Paredes	BLANCO	Blanco cal	80	Beige	25
2. Piso		Amarillo limón	70	Verde vegetal	20
CERAMICO	BLANCO	Amarillo oro	60	Ladrillo	18
MADERA	CAFÉ	Azul claro	40-50	Rojo	16
3. Cielo raso		Rosa salmón	40	Negro	5
MADERA	CAFÉ	Gris cemento	32		
ESTUCO	BLANCO	Anaranjado	25-30		

GANANCIA SOLAR				
	Fachada	Área de Fachada	Área de superficies acristaladas	% (Relación s.acristaladas/s.fachadas)
1.	NOR-ESTE	62.65	14.59	23%
2.	SUR-OESTE	21.45	6.27	29%
3.	SUR-ESTE	45.93	11.82	25%
4.	NOR-OESTE	23.26	7.37	31%
	TOTAL	153.29	40.05	26%

1.4 ESPACIO DE SECADO

ESPACIO DE SECADO	
PREGUNTAS	RESPUESTA
1. La vivienda cuenta con un espacio de secado	Sí
2. Área del espacio de lavandería	
Largo	4.1
Ancho	2.85
3. Total de metraje de tendal	7.5
4. Medida del tendal en su tramo más corto	2.5
5. Altura del tendal respecto al piso	1.5

"Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas", Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC.
 Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca - Azuay



INFORME DE DATOS

DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA

Nombre: Martha de la Torre
Dirección: Honorato Loyola 3-155
N° de Vivienda: 5
Cód. Predial: 0802012001000

6.	El espacio de secado se encuentra en el interior o exterior	EXTERIOR
7.	El espacio de secado se encuentra en un espacio habitable o no habitable	NO HABITABLE
8.	Los espacios de secado son acondicionados o no	NO
9.	Si es un espacio de secado interno, cuenta con ventilación mecánica (si/no)	NO APLICA
10.	Si es un espacio de secado interno, cuenta con ventilación natural permanente (si/no)	NO APLICA
11.	Los espacios de secado se encuentran protegidos de vistas desde el exterior (si/no)	Sí
12.	Los espacios internos de secado interfieren en la iluminación directa de las piezas (si/no)	NO APLICA
13.	Los espacios internos de secado interfieren en la ventilación directa de las piezas (si/no)	NO APLICA
14.	Los espacios de secado exterior están protegidos de las inclemencias del tiempo (si/no)	NO
15.	El espacio de secado exterior tiene acceso próximo a la vivienda	NO
16.	El espacio de secado exterior se encuentra dentro del área visual de la vivienda	Sí

1.5 ELECTRODOMÉSTICOS

Calificación en las etiquetas energéticas de:	
Refrigeradores:	
Congeladores:	
Combinación de ambos	A
Lavadora:	A
Lavavajillas:	
Secadora:	A
lavadora-secadora:	

1.6 ENERGÍAS RENOVABLES

ENERGÍAS RENOVABLES	
Cuenta con calentador solar (si/no)	NO
Eficiencia térmica del calentador:	% *

1.7 ACS

ACS	
Metros de tubería para ACS	15,49
Volumen máximo de AC en calentador	28 LITROS
El calentador presenta bucle de circulación (SI/NO)	NO
Bomba de circulación con temporizador (si/no)	NO
Diámetro de tubería matriz (pulgadas)	1/2"
Temperatura de calentamiento del agua (calefón)	45°C
Identificar si los controladores limitan el calentamiento del agua hasta cierto grado	NO

"Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas", Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC.
 Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca - Azuay

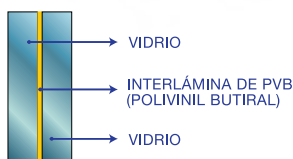
ANEXO 9

CATÁLOGO DE VIDRIOS_FAIRIS



Vidrio de seguridad laminado compuesto por dos o más hojas de vidrio-flotado unidas entre sí por una o más interláminas de POLIVINIL-BUTIRAL (PVB), en un proceso de presión y calor, para lograr un producto de máxima seguridad, protección y de difícil penetración en caso de rotura.

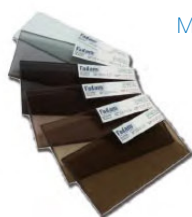
Vidrio de alta seguridad para salvaguardar la integridad física y material de las personas.



Utilizamos **POLIVINIL BUTIRAL (PVB)** de fabricantes Europeos o Norteamericanos únicamente.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

ESPEORES DE PVB	0,38 - 0,76 - 1,14 - 1,52 mm
ESPEORES DE VIDRIOS	3 - 4 - 5 - 6 - 8 - 10 - 12 - 16 - 20 mm
DIMENSIONES MÁXIMAS	3600 x 2600 mm



Máxima adherencia, resistencia y elasticidad

- Reflectivo
- Baja Emisividad
- Translúcido

Amplia gama de colores de la interlámina, que permiterealizar combinaciones para resultados estéticos únicos

El vidrio laminado pasa por un proceso de calor y presión en las siguientes etapas:



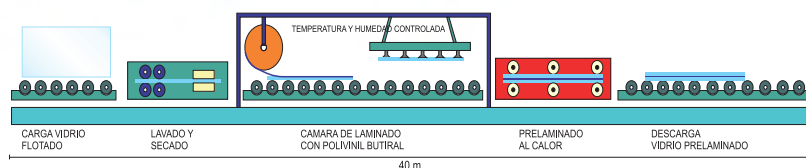
Colocación PVB



Detalle Vidrio - PVB - Vidrio



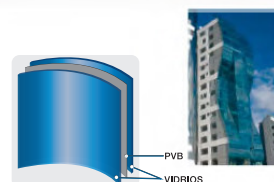
Autoclave



Failam[®]C (curvo)

Vidrio compuesto por dos vidrios curvos termoendurecidos unidos entre sí por una interlámina de POLIVINIL BUTIRAL (PVB).

Espesor Nominal (mm) *	5 + 5	6 + 6
Espesor PVB Mínimo	0,76 mm	
Cuerda Máxima	1400 mm	
Flecha Máxima*	20 mm	
Desarrollo Máximo	1500 mm	
Altura Máxima*	2500 mm	
Radio Mínimo*	300 mm	



Edificio Picasso, Failam Curvo 642 Artic Blue EA
Empresa Instaladora: Covidal

*previa consulta al departamento técnico

PROTECCIÓN ULTRAVIOLETA

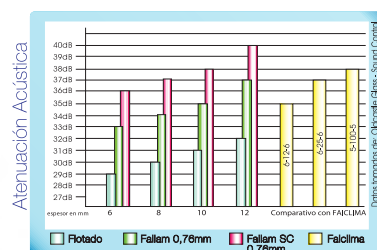
Bloquea hasta el 99.5% de la radiación ultravioleta, perjudiciales para la salud y causante de la decoloración de materiales y textiles.



CONTROL ACÚSTICO

Failam[®]SC (sound control)

Procesado con una interlámina especial de control acústico de 0.76mm de espesor, puede atenuar efectivamente el molesto RUIDO.



Failam Sound Control reduce entre 50% y 75% de la percepción de intensidad sonora.

Reduce entre el 50% y 75% de la percepción de intensidad sonora.

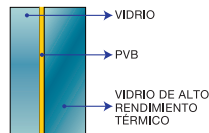


Los Vidrios de Failam® High Performance ofrecen excelentes propiedades térmicas, permitiendo que ingrese la luz visible y no los rayos infrarrojos, causantes del incremento de temperatura en el interior de una edificación.

Se puede conformar de dos maneras

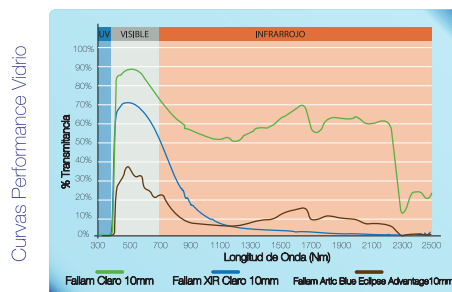
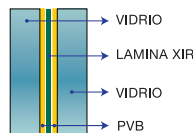
Failam® VIDRIOS DE ALTO RENDIMIENTO

Compuesto por dos vidrios y una interlámina de PVB, siendo uno de los vidrios de alto rendimiento térmico.



Failam® LAMINA DE ALTO RENDIMIENTO

La lámina XIR puede mantener una máxima cantidad de luz visible (70%) dentro de una edificación, manteniendo un SHGC menor al 0.50.



Cuadro Comparativo

PRODUCTO	SHGC (Coeficiente de Ganancia de Calor)	TWS % (Luz Visible)	CS (Coeficiente de Sombra)
Failam 10mm Claro	0.77	0.87	0.88
Failam XIR 10mm	0.49	0.71	0.57
Failam AB EA#2 10mm	0.36	0.38	0.42

XIR® una marca de EASTMAN

Failam®

CARACTERÍSTICAS

- ✓ 1. En caso de rotura, los pedazos quedan adheridos a la lámina, salvaguardando su seguridad, hasta que el vidrio sea remplazado.
- ✓ 2. Es una excelente barrera contra el ruido, en proporciones mayores que un vidrio monolítico.
- ✓ 3. Puede filtrar hasta el 99% de los rayos UV, perjudiciales para la salud y causantes del deterioro de colores y materiales.
- ✓ 4. Es durable, manteniendo su color y resistencia además su limpieza es fácil como la de un vidrio normal.
- ✓ 5. Es fabricado plano o curvo, con vidrio flotado o templado, reflectivo, de colores, serigrafiado, etc. Las interláminas también pueden tener colores y ser completamente opacas para mejorar la privacidad o el diseño estético.
- ✓ 6. Es simple de instalar, puede ser cortado a la medida en obra y también puede ser pulido, taladrado.

CORTE DE VIDRIO LAMINADO

1. Se marca por uno de sus lados, la distancia requerida y se procede a cortar con el diamante.
2. Se ejerce un poco de presión sobre la zona cortada para que se "abra el corte" de la primera capa de vidrio.
3. Giramos el vidrio para marcar la otra cara a cortar.
4. Cortamos la otra cara del vidrio considerando la misma medida.
5. Se ejerce presión sobre este segundo corte para desprender el vidrio.
6. Con una cuchilla se corta la interlámina de
7. Se obtienen los pedazos requeridos de vidrio laminado.

ANEXO 10

CÁLCULO PARA LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LÁMPARAS

	FOCOS	Flujo de lámparas por luminaria (lúmenes)	Potencia (W)	CALIFICACIÓN A $P \leq (0,15\sqrt{L}) + 0,0097 L$	CALIFICACIÓN B-G $I(\%) = \frac{P}{P_r} \cdot 100$		CALIFICACIÓN
					Pr	I	
FLUORESCENTE	F1	780	15	11,76	62,80	23,89	B
	F2	1101	20	15,66	83,15	24,05	B
	F3	1380	25	18,96	100,31	24,92	B
	F4	2050	32	26,68	140,29	22,81	B
	F5	600	10	9,49	50,96	19,62	B
	F6	630	11	9,88	52,96	20,77	B
	F7	825	15	12,31	65,70	22,83	B
	F8	1120	20	15,88	84,33	23,72	B
	F9	3200	42	39,53	206,58	20,33	B
INCANDESCENTE	N1	1560	60	21,06	111,20	53,96	B
	N2	1560	80	21,06	111,20	71,94	C
	N3	1560	100	21,06	111,20	89,93	D
	N4	1320	110	18,25	96,65	113,81	F

NORMA INEN 260 "LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS Y TUBULARES. SEGURIDAD Y EFICIENCIA ENERGÉTICA"

CALIFICACIÓN A:

$$P \leq (0,15\sqrt{L}) + 0,0097 L$$

En donde:

P = Potencia de la lámpara, en vatios (W)
 L = Flujo luminoso de la lámpara, en lúmenes (lm)

PARA CALIFICACIÓN DESDE B-G:

$$I(\%) = \frac{P}{P_r} \cdot 100$$

$$P_r = 0,88\sqrt{L} + 0,049 L \quad \text{para } L > 34 \text{ lm}$$

$$P_r = 0,2 L \quad \text{para } L \leq 34 \text{ lm}$$

P = Potencia de la lámpara, en vatios (W)
 P_r = Potencia de referencia (W)
 L = Flujo luminoso de la lámpara, en lúmenes (lm)

Rango	Condición
B	$I \leq 60 \%$
C	$60 \% < I \leq 80 \%$
D	$80 \% < I \leq 95 \%$
E	$95 \% < I \leq 110 \%$
F	$110 \% < I \leq 130 \%$
G	$I > 130 \%$



ANEXO 11

NIVELES DE ILUMINACIÓN ARTIFICIAL PARA EL CASO DE ESTUDIO (VIVIENDA #4)

Para el cálculo del flujo luminoso se necesita aplicar la fórmula:

$$\Phi_T = \frac{E_m \cdot S}{\eta \cdot f_m}$$

Donde, E_m es la iluminancia media deseada.

S , la superficie del espacio

η , el factor de utilización y

f_m , el factor de mantenimiento.

En la tabla 1, se aplicó la fórmula de manera que se pueda obtener el nivel de iluminancia existente en la vivienda, en base al flujo luminoso de las lámparas que se levantaron mediante las fichas de energía.

Tabla 1. Niveles de iluminancia en caso de estudio #4

ESPACIO	ancho	largo	altura	# lámparas	flujo luminoso	K	área	factor mantenimiento	Reflectancia		Factor de uso	Em
									%paredes	%cielo raso		
COCINA	2.87	3.66	1.5	1	1320	1.07	10.5	0.7	30	75	0.45	39.58
ESTUDIO	2.68	3.75	1.5	1	1320	1.04	10.1	0.7	75	75	0.48	44.13
SALA/COMEDOR	3.66	3.015	1.5	1	1380	1.10	11	0.7	30	75	0.53	46.40
	3.66	3.215	1.5	1	1320	1.49	11.8	0.7	30	75	0.53	41.62
DORMITORIO PRINCIPAL	3.19	4.72	1.7	1	1120	1.12	15.1	0.7	75	75	0.53	27.60
DORMITORIO 1	2.93	3.97	1.7	1	1120	0.99	11.6	0.7	75	75	0.48	32.35
DORMITORIO 2	2.87	4.87	1.7	1	1120	1.06	14	0.7	50	75	0.45	25.24

Elaboración: Grupo de Tesis.

Para las estrategias se aplicó la fórmula teniendo en cuenta los niveles de iluminancia media para el confort establecido en BREEAM, el factor de mantenimiento estipulado en la NEC-11 y el factor de utilización a partir del índice del local. (tabla 2, 3).

Para el cálculo del índice del local (k) se tiene la fórmula:

$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$$

Donde a , es el ancho del local

b , el largo

h , es la altura desde el cielo raso hasta la mesa de trabajo.

Tabla 2. Porcentaje de reflectancia según colores

CIELO RASO		
30%	50%	75%
Anaranjado	Azul Claro	Blanco Cal
Gris Cemento		
Rosa Salmón		
PAREDES		
50%	30%	10%
Blanco Cal	Anaranjado	Rojo
	Gris Cemento	Ladrillo
Azul Claro	Rosa Salmón	Verde Oscuro
		Beige

Fuente: NEC-11

Elaboración: Grupo de Tesis.

Tabla 3. Factor de utilización según índice del local y niveles de reflectancia

Índice del local K	CIELO RASO			PAREDES				
	75.00%			50%				
	30%			10%				
	50%	30%	10%	50%	30%	10%	30%	10%
0.50 - 0.70	0.35	0.32	0.30	0.35	0.32	0.30	0.32	0.30
0.70 - 0.90	0.43	0.39	0.37	0.42	0.39	0.37	0.39	0.37
0.90 - 1.10	0.48	0.45	0.42	0.47	0.44	0.42	0.43	0.41
1.10 - 1.40	0.53	0.50	0.47	0.52	0.49	0.47	0.48	0.46
1.40 - 1.75	0.57	0.53	0.50	0.55	0.52	0.50	0.52	0.50
1.75 - 2.25	0.61	0.57	0.55	0.59	0.57	0.54	0.56	0.54
2.25 - 2.75	0.64	0.61	0.59	0.62	0.60	0.58	0.59	0.57
2.75 - 3.50	0.66	0.63	0.60	0.63	0.61	0.60	0.61	0.59
3.50 - 4.50	0.68	0.66	0.63	0.66	0.64	0.63	0.63	0.62
4.50 - 6.50	0.69	0.67	0.66	0.67	0.66	0.64	0.65	0.63

Fuente: Re, V., Iluminación Interna. 1989

Elaboración: Grupo de Tesis.

Para los espacios de la propuesta se calculó el flujo luminoso para 8 opciones, cada una de acuerdo a las posibilidades de color y su porcentaje de reflectancia, como se indica a continuación:



COCINA				
Nivel de iluminación requerido (lux)	Ancho (m)	Largo (m)	Altura (m)	Factor de mantenimiento
150	2.87	5.23	1.5	0.7
Índice del local	K= (Ancho * Largo)/(Altura*(Ancho + Largo)			1.24
Reflectancia	Reflectancia Cielo Raso (RCR)			30%
				50%
				75%
	Reflectancia Paredes (RP)			50%
				30%
10%				
Factor de Utilización	O1, RCR=75,% RP= 50%			0.53
	O2, RCR=75%, RP=30%			0.5
	O3, RCR=75%, RP=10%			0.47
	O4, RCR=50,% RP= 50%			0.52
	O5, RCR=50%, RP=30%			0.49
	O6, RCR=50%, RP=10%			0.47
	O7 RCR=30%, RP=30%			0.48
	O8, RCR=30%, RP=10%			0.46
Lúmenes necesarios por opción (lm)	OPCION 1			6068.8
	OPCIÓN 2			6432.9
	OPCIÓN 3			6843.5
	OPCIÓN 4			6185.5
	OPCIÓN 5			6564.2
	OPCIÓN 6			6843.5
	OPCIÓN 7			6700.9
	OPCION 8			6992.3
Posibilidades de número de lámparas según su cantidad de flujo luminoso				
	Potencia (W)	Lúmenes (lm)	#lámparas	Potencia Total (W)
OPCIÓN 1	10	600	10.1	101
	20	1200	5.1	101
	20	1050	5.8	116
	32	2050	3.0	95
OPCIÓN 2	10	600	10.1	101
	20	1200	5.1	101
	20	1050	5.8	116
	32	2050	3.0	95
OPCIÓN 3	10	600	10.1	101
	20	1200	5.1	101
	20	1050	5.8	116
	32	2050	3.0	95
Promedio			6	103.16
Consumo promedio			0.62 kW/h	
OPCIÓN 4	10	600	10.3	103
	20	1200	5.2	103
	20	1050	5.9	118
	32	2050	3.0	97
OPCIÓN 5	10	600	10.9	109
	20	1200	5.5	109
	20	1050	6.3	125
	32	2050	3.2	102
OPCIÓN6	10	600	11.4	114
	20	1200	5.7	114
	20	1050	6.5	130
	32	2050	3.3	107
Promedio			6	111.01
Consumo promedio			0.67 kW/h	
OPCIÓN 7	10	600	11.2	112
	20	1200	5.6	112
	20	1050	6.4	128
	32	2050	3.3	105
OPCIÓN 8	10	600	11.7	117
	20	1200	5.8	117
	20	1050	6.7	133
	32	2050	3.4	109
Promedio			7	116.29
Consumo promedio			0.70 kW/h	



COMEDOR				
Nivel de iluminación requerido (lux)	Ancho (m)	Largo (m)	Altura (m)	Factor de mantenimiento
50	2.44	3.84	1.5	0.7
Índice del local	K= (Ancho * Largo)/(Altura*(Ancho + Largo)			0.99
Reflectancia	Reflectancia Cielo Raso (RCR)			30%
				50%
				75%
	Reflectancia Paredes (RP)			50%
				30%
				10%
Factor de Utilización	O1, RCR=75.% RP= 50%			0.48
	O2, RCR=75%, RP=30%			0.45
	O3, RCR=75%, RP=10%			0.42
	O4, RCR=50.% RP= 50%			0.47
	O5, RCR=50%, RP=30%			0.44
	O6, RCR=50%, RP=10%			0.42
	O7 RCR=30%, RP=30%			0.43
	O8, RCR=30%, RP=10%			0.41
Lúmenes necesarios por opción (lm)	OPCIÓN 1			1394.3
	OPCIÓN 2			1487.2
	OPCIÓN 3			1593.5
	OPCIÓN 4			1424.0
	OPCIÓN 5			1521.0
	OPCIÓN 6			1593.5
	OPCIÓN 7			1556.4
	OPCIÓN 8			1632.3
Posibilidades de número de lámparas según su cantidad de flujo luminoso				
	Potencia (W)	Lúmenes (lm)	#lámparas	Potencia Total (W)
OPCIÓN 1	10	600	2.3	23
	20	1200	1.2	23
	20	1050	1.3	27
	32	2050	0.7	22
OPCIÓN 2	10	600	2.3	23
	20	1200	1.2	23
	20	1050	1.3	27
	32	2050	0.7	22
OPCIÓN 3	10	600	2.3	23
	20	1200	1.2	23
	20	1050	1.3	27
	32	2050	0.7	22
Promedio			1	23.70
Consumo promedio			0.14 kW/h	
OPCIÓN 4	10	600	2.4	24
	20	1200	1.2	24
	20	1050	1.4	27
	32	2050	0.7	22
OPCIÓN 5	10	600	2.5	25
	20	1200	1.3	25
	20	1050	1.4	29
	32	2050	0.7	24
OPCIÓN 6	10	600	2.7	27
	20	1200	1.3	27
	20	1050	1.5	30
	32	2050	0.8	25
Promedio			1	25.71
Consumo promedio			0.15 kW/h	
OPCIÓN 7	10	600	2.6	26
	20	1200	1.3	26
	20	1050	1.5	30
	32	2050	0.8	24
OPCIÓN 8	10	600	2.7	27
	20	1200	1.4	27
	20	1050	1.6	31
	32	2050	0.8	25
Promedio			1	27.07
Consumo promedio			0.16 kW/h	

SALA				
Nivel de iluminación requerido (lux)	Ancho (m)	Largo (m)	Altura (m)	Factor de mantenimiento
50	3.84	4.71	1.7	0.7
Índice del local	K= (Ancho * Largo)/(Altura*(Ancho + Largo)			1.24
Reflectancia	Reflectancia Cielo Raso (RCR)			30%
				50%
				75%
	Reflectancia Paredes (RP)			50%
				30%
			10%	
Factor de Utilización	O1, RCR=75%, RP= 50%			0.53
	O2, RCR=75%, RP=30%			0.5
	O3, RCR=75%, RP=10%			0.47
	O4, RCR=50,% RP= 50%			0.52
	O5, RCR=50%, RP=30%			0.49
	O6, RCR=50%, RP=10%			0.47
	O7 RCR=30%, RP=30%			0.48
	O8, RCR=30%, RP=10%			0.46
Lúmenes necesarios por opción (lm)	OPCIÓN 1			2437.5
	OPCIÓN 2			2583.8
	OPCIÓN 3			2748.7
	OPCIÓN 4			2484.4
	OPCIÓN 5			2636.5
	OPCIÓN 6			2748.7
	OPCIÓN 7			2691.4
	OPCIÓN 8			2808.4
Posibilidades de número de lámparas según su cantidad de flujo luminoso				
	Potencia (W)	Lúmenes (lm)	#lámparas	Potencia Total (W)
OPCIÓN 1	10	600	4.1	41
	20	1200	2.0	41
	20	1050	2.3	46
	32	2050	1.2	38
OPCIÓN 2	10	600	4.1	41
	20	1200	2.0	41
	20	1050	2.3	46
	32	2050	1.2	38
OPCIÓN 3	10	600	4.1	41
	20	1200	2.0	41
	20	1050	2.3	46
	32	2050	1.2	38
Promedio			2	41.43
Consumo promedio			0.25 kW/h	
OPCIÓN 4	10	600	4.1	41
	20	1200	2.1	41
	20	1050	2.4	47
	32	2050	1.2	39
OPCIÓN 5	10	600	4.4	44
	20	1200	2.2	44
	20	1050	2.5	50
	32	2050	1.3	41
OPCIÓN6	10	600	4.6	46
	20	1200	2.3	46
	20	1050	2.6	52
	32	2050	1.3	43
Promedio			3	44.59
Consumo promedio			0.27 kW/h	
OPCIÓN 7	10	600	4.5	45
	20	1200	2.2	45
	20	1050	2.6	51
	32	2050	1.3	42
OPCIÓN 8	10	600	4.7	47
	20	1200	2.3	47
	20	1050	2.7	53
	32	2050	1.4	44
Promedio			2	46.71
Consumo promedio			0.28 kW/h	



ESTUDIO				
Nivel de iluminación requerido (lux)	Ancho (m)	Largo (m)	Altura (m)	Factor de mantenimiento
150	3.19	3.02	1.5	0.7
Índice del local	K= (Ancho * Largo)/(Altura*(Ancho + Largo)			1.03
Reflectancia	Reflectancia Cielo Raso (RCR)			30%
				50%
				75%
	Reflectancia Paredes (RP)			50%
				30%
10%				
Factor de Utilización	O1, RCR=75,% RP= 50%			0.48
	O2, RCR=75%, RP=30%			0.45
	O3, RCR=75%, RP=10%			0.42
	O4, RCR=50,% RP= 50%			0.47
	O5, RCR=50%, RP=30%			0.44
	O6, RCR=50%, RP=10%			0.42
	O7 RCR=30%, RP=30%			0.43
	O8, RCR=30%, RP=10%			0.41
Lúmenes necesarios por opción (lm)	OPCIÓN 1			4300.8
	OPCIÓN 2			4587.5
	OPCIÓN 3			4915.2
	OPCIÓN 4			4392.3
	OPCIÓN 5			4691.8
	OPCIÓN 6			4915.2
	OPCIÓN 7			4800.9
	OPCIÓN 8			5035.1
Posibilidades de número de lámparas según su cantidad de flujo luminoso				
	Potencia (W)	Lúmenes (lm)	#lámparas	Potencia Total (W)
OPCIÓN 1	10	600	7.2	72
	20	1200	3.6	72
	20	1050	4.1	82
	32	2050	2.1	67
OPCIÓN 2	10	600	7.2	72
	20	1200	3.6	72
	20	1050	4.1	82
	32	2050	2.1	67
OPCIÓN 3	10	600	7.2	72
	20	1200	3.6	72
	20	1050	4.1	82
	32	2050	2.1	67
Promedio			4	73.10
Consumo promedio			0.44 kW/h	
OPCIÓN 4	10	600	7.3	73
	20	1200	3.7	73
	20	1050	4.2	84
	32	2050	2.1	69
OPCIÓN 5	10	600	7.8	78
	20	1200	3.9	78
	20	1050	4.5	89
	32	2050	2.3	73
OPCIÓN6	10	600	8.2	82
	20	1200	4.1	82
	20	1050	4.7	94
	32	2050	2.4	77
Promedio			5	79.32
Consumo promedio			0.48 kW/h	
OPCIÓN 7	10	600	8.0	80
	20	1200	4.0	80
	20	1050	4.6	91
	32	2050	2.3	75
OPCIÓN 8	10	600	8.4	84
	20	1200	4.2	84
	20	1050	4.8	96
	32	2050	2.5	79
Promedio			4	83.49
Consumo promedio			0.50 kW/h	

DORM PRINCIPAL				
Nivel de iluminación requerido (lux)	Ancho (m)	Largo (m)	Altura (m)	Factor de mantenimiento
100	3.19	3.61	1.7	0.7
Índice del local	K= (Ancho * Largo)/(Altura*(Ancho + Largo)			1.00
Reflectancia	Reflectancia Cielo Raso (RCR)			30%
				50%
				75%
	Reflectancia Paredes (RP)			50%
				30%
				10%
Factor de Utilización	O1, RCR=75.% RP= 50%			0.48
	O2, RCR=75%, RP=30%			0.45
	O3, RCR=75%, RP=10%			0.42
	O4, RCR=50,% RP= 50%			0.47
	O5, RCR=50%, RP=30%			0.44
	O6, RCR=50%, RP=10%			0.42
	O7 RCR=30%, RP=30%			0.43
	O8, RCR=30%, RP=10%			0.41
Lúmenes necesarios por opción (lm)	OPCIÓN 1			3427.4
	OPCIÓN 2			3655.8
	OPCIÓN 3			3917.0
	OPCIÓN 4			3500.3
	OPCIÓN 5			3738.9
	OPCIÓN 6			3917.0
	OPCIÓN 7			3825.9
	OPCIÓN 8			4012.5
Posibilidades de número de lámparas según su cantidad de flujo luminoso				
	Potencia (W)	Lúmenes (lm)	#lámparas	Potencia Total (W)
OPCIÓN 1	10	600	5.7	57
	20	1200	2.9	57
	20	1050	3.3	65
	32	2050	1.7	54
OPCIÓN 2	10	600	5.7	57
	20	1200	2.9	57
	20	1050	3.3	65
	32	2050	1.7	54
OPCIÓN 3	10	600	5.7	57
	20	1200	2.9	57
	20	1050	3.3	65
	32	2050	1.7	54
Promedio			3	58.26
Consumo promedio			0.35	kW/h
OPCIÓN 4	10	600	5.8	58
	20	1200	2.9	58
	20	1050	3.3	67
	32	2050	1.7	55
OPCIÓN 5	10	600	6.2	62
	20	1200	3.1	62
	20	1050	3.6	71
	32	2050	1.8	58
OPCIÓN6	10	600	6.5	65
	20	1200	3.3	65
	20	1050	3.7	75
	32	2050	1.9	61
Promedio			4	63.21
Consumo promedio			0.38	kW/h
OPCIÓN 7	10	600	6.4	64
	20	1200	3.2	64
	20	1050	3.6	73
	32	2050	1.9	60
OPCIÓN 8	10	600	6.7	67
	20	1200	3.3	67
	20	1050	3.8	76
	32	2050	2.0	63
Promedio			3	66.54
Consumo promedio			0.40	kW/h



DORMITORIO 1				
Nivel de iluminación requerido (lux)	Ancho (m)	Largo (m)	Altura (m)	Factor de mantenimiento
100	3.97	2.93	1.7	0.7
Índice del local	K= (Ancho * Largo)/(Altura*(Ancho + Largo)			0.99
Reflectancia	Reflectancia Cielo Raso (RCR)			30%
				50%
				75%
	Reflectancia Paredes (RP)			50%
				30%
				10%
Factor de Utilización	O1, RCR=75,% RP= 50%			0.48
	O2, RCR=75%, RP=30%			0.45
	O3, RCR=75%, RP=10%			0.42
	O4, RCR=50,% RP= 50%			0.47
	O5, RCR=50%, RP=30%			0.44
	O6, RCR=50%, RP=10%			0.42
	O7 RCR=30%, RP=30%			0.43
	O8, RCR=30%, RP=10%			0.41
Lúmenes necesarios por opción (lm)	OPCIÓN 1			3461.9
	OPCIÓN 2			3692.7
	OPCIÓN 3			3956.5
	OPCIÓN 4			3535.6
	OPCIÓN 5			3776.7
	OPCIÓN 6			3956.5
	OPCIÓN 7			3864.5
	OPCIÓN 8			4053.0
Posibilidades de número de lámparas según su cantidad de flujo luminoso				
	Potencia (W)	Lúmenes (lm)	#lámparas	Potencia Total (W)
OPCIÓN 1	10	600	5.8	58
	20	1200	2.9	58
	20	1050	3.3	66
	32	2050	1.7	54
OPCIÓN 2	10	600	5.8	58
	20	1200	2.9	58
	20	1050	3.3	66
	32	2050	1.7	54
OPCIÓN 3	10	600	5.8	58
	20	1200	2.9	58
	20	1050	3.3	66
	32	2050	1.7	54
Promedio			3	58.84
Consumo promedio			0.35 kW/h	
OPCIÓN 4	10	600	5.9	59
	20	1200	2.9	59
	20	1050	3.4	67
	32	2050	1.7	55
OPCIÓN 5	10	600	6.3	63
	20	1200	3.1	63
	20	1050	3.6	72
	32	2050	1.8	59
OPCIÓN6	10	600	6.6	66
	20	1200	3.3	66
	20	1050	3.8	75
	32	2050	1.9	62
Promedio			4	63.85
Consumo promedio			0.38 kW/h	
OPCIÓN 7	10	600	6.4	64
	20	1200	3.2	64
	20	1050	3.7	74
	32	2050	1.9	60
OPCIÓN 8	10	600	6.8	68
	20	1200	3.4	68
	20	1050	3.9	77
	32	2050	2.0	63
Promedio			3	67.21
Consumo promedio			0.40 kW/h	

DORMITORIO 2				
Nivel de iluminación requerido (lux)	Ancho (m)	Largo (m)	Altura (m)	Factor de mantenimiento
100	2.84	3.17	1.7	0.7
Índice del local	K= (Ancho * Largo)/(Altura*(Ancho + Largo)			0.88
Reflectancia	Reflectancia Cielo Raso (RCR)			30%
				50%
				75%
	Reflectancia Paredes (RP)			50%
				30%
				10%
Factor de Utilización	O1, RCR=75,% RP= 50%			0.43
	O2, RCR=75%, RP=30%			0.39
	O3, RCR=75%, RP=10%			0.37
	O4, RCR=50,% RP= 50%			0.42
	O5, RCR=50%, RP=30%			0.39
	O6, RCR=50%, RP=10%			0.37
	O7 RCR=30%, RP=30%			0.39
	O8, RCR=30%, RP=10%			0.37
Lúmenes necesarios por opción (lm)	OPCIÓN 1			2991.0
	OPCIÓN 2			3297.7
	OPCIÓN 3			3476.0
	OPCIÓN 4			3062.2
	OPCIÓN 5			3297.7
	OPCIÓN 6			3476.0
	OPCIÓN 7			3297.7
	OPCIÓN 8			3476.0
Posibilidades de número de lámparas según su cantidad de flujo luminoso				
	Potencia (W)	Lúmenes (lm)	#lámparas	Potencia Total (W)
OPCIÓN 1	10	600	5.0	50
	20	1200	2.5	50
	20	1050	2.8	57
	32	2050	1.5	47
OPCIÓN 2	10	600	5.0	50
	20	1200	2.5	50
	20	1050	2.8	57
	32	2050	1.5	47
OPCIÓN 3	10	600	5.0	50
	20	1200	2.5	50
	20	1050	2.8	57
	32	2050	1.5	47
Promedio			3	50.84
Consumo promedio			0.31	kW/h
OPCIÓN 4	10	600	5.1	51
	20	1200	2.6	51
	20	1050	2.9	58
	32	2050	1.5	48
OPCIÓN 5	10	600	5.5	55
	20	1200	2.7	55
	20	1050	3.1	63
	32	2050	1.6	51
OPCIÓN6	10	600	5.8	58
	20	1200	2.9	58
	20	1050	3.3	66
	32	2050	1.7	54
Promedio			3	55.73
Consumo promedio			0.33	kW/h
OPCIÓN 7	10	600	5.5	55
	20	1200	2.7	55
	20	1050	3.1	63
	32	2050	1.6	51
OPCIÓN 8	10	600	5.8	58
	20	1200	2.9	58
	20	1050	3.3	66
	32	2050	1.7	54
Promedio			3	57.89
Consumo promedio			0.35	kW/h